


Road white-line detection system detects linearity of right and left white-line in areas other than lowest area by detecting intersection of right and left lines on computed horizontal line

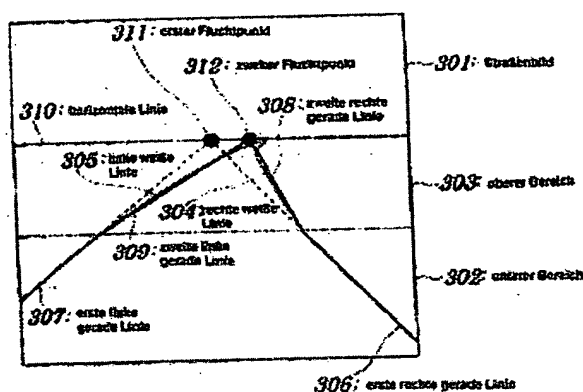
Patent number: DE10043467
 Publication date: 2001-04-26
 Inventor: SAKURAJ KAZUYUKI (JP)
 Applicant: NIPPON ELECTRIC CO (JP)
 Classification:
 - International: G06K9/62
 - european: G06T7/00; G06T5/00E
 Application number: DE20001043467 20000904
 Priority number(s): JP19990249711 19990903

Also published as:

 JP2001076147 (A)

Abstract of DE10043467

The linearity of right and left lines in the lowest area obtained by dividing a road image, is obtained by detecting the intersection of the lines. The linearity of the right and left lines in the areas other than the lowest area is detected by detecting the intersection of the lines present in the horizontal line computed to extend from the intersection lines of the lines from the lowest area. Independent claims are also included for the following: (a) Road white-line detection method; (b) Recording medium storing program for road white-line detection





19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 43 467 A 1

51 Int. Cl. 7:
G 06 K 9/62

21 Aktenzeichen: 100 43 467.3
22 Anmeldetag: 4. 9. 2000
43 Offenlegungstag: 26. 4. 2001

DE 100 43 467 A 1

30 Unionspriorität:
11-249711 03. 09. 1999 JP
71 Anmelder:
NEC Corp., Tokio/Tokyo, JP
74 Vertreter:
Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

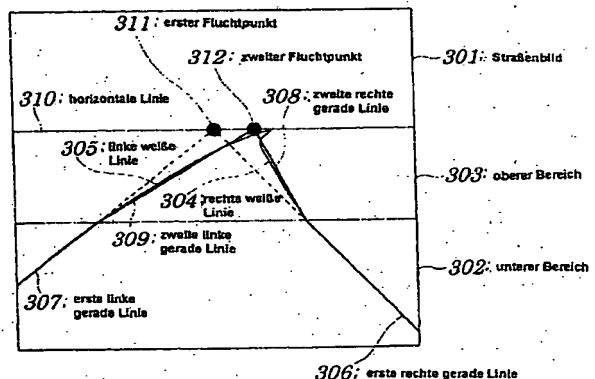
72 Erfinder:
Sakuraj, Kazuyuki, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie, Verfahren zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie und Speichermedium zum Speichern eines Programms zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie

57 Es wird ein System bereitgestellt, welches in der Lage ist, verlässlich und effizient eine weiße Linie in einem oberen Bereich eines Straßenbilds zu ermitteln, indem das Straßenbild (301) in mindestens zwei Bereiche unterteilt wird, die oben und unten angeordnet sind, und indem ein Ergebnis einer Ermittlung der weißen Linie in einem untersten Bereich (302), wo das Straßenbild (301) weniger von Störungen beeinflusst wird, verwendet wird. Wenn eine Straßenoberfläche eben ist, liegen sowohl Schnittpunkte (312) von geraden Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) approximiert werden, in einem untersten Bereich (302) von Bereichen, welche oben und unten angeordnet sind, und dadurch erhalten werden, daß ein Straßenbild (301) unterteilt wird, welches linke und rechte weiße Linien enthält, die parallel auf der Straßenoberfläche aufgetragen sind, als auch Schnittpunkte (312) von geraden Linien, mit welchen die linken und rechten weißen Linien (305, 304) in einem oberen Bereich (303) der zwei Bereiche approximiert werden, auf einer horizontalen Linie (310). Die linken und rechten ersten geraden Linien (307, 306), mit welchen die linken und rechten weißen Linien (305, 304) approximiert werden, werden in dem untersten Bereich (302) ermittelt, und eine horizontale Linie (310) wird aus einem ersten Fluchtpunkt (311) berechnet, welcher der Schnittpunkt (312) der linken und rechten geraden Linien ist. Basierend auf dem Merkmal, daß der Schnittpunkt (312) der linken ...



DE 100 43 467 A 1

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie, welche in einem Straßenbild enthalten ist, indem das Straßenbild verarbeitet wird, und ein Verfahren zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie, die in einem Straßenbild enthalten ist, indem das Straßenbild verarbeitet wird, und ein Speichermedium zum Speichern eines Programms zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie, welche in einem Straßenbild enthalten ist, indem das Straßenbild verarbeitet wird.

Beschreibung des zugehörigen Standes der Technik

15 Es wird Forschung und Entwicklung für eine Technologie betrieben, bei welcher eine weiße Straßenlinie ermittelt wird, und bei welcher rechte und linke weiße Straßenlinien, welche die beiden Enden eines Fahrwegs anzeigen, aus einem Straßenbild ermittelt werden sollen, welches von einer Bildaufnahme einer Straße vor einem Fahrzeug erhalten wird, indem eine Straßenbildebeneingabevorrichtung verwendet wird, so daß die Technologie beim automatischen Fahren eines Automobils verwendet werden kann. Ein Problem, das oft auftritt, wenn die weiße Straßenlinie ermittelt werden soll, ist, daß ein entfernter Abschnitt, d. h. ein weiter oben gelegener Abschnitt des Straßenbilds, stark von Störungen be-
20 einflußt wird, die von unzureichender Auflösung oder von Bildern anderer Fahrzeuge verursacht werden.

Um dieses Problem zu lösen, sind Verfahren vorgeschlagen worden, bei welchen das Straßenbild in mindestens zwei Bereiche unterteilt wird, die oben und unten angeordnet sind. In einem unteren Bereich erhaltene Ergebnisse, bei welchem das Straßenbild weniger von Störungen beeinflusst wird, werden verwendet, um die weiße Straßenlinie in einem oberen Bereich des Straßenbilds zu ermitteln. Ein Beispiel für diese herkömmlichen Verfahren ist in der japanischen Patentveröffentlichung Nr. Hei 6-24035 offenbart. Bei dem dort offenbarten Verfahren wird ein Straßenbild in mindestens zwei Bereiche unterteilt, einschließlich eines oberen und eines unteren Bereichs. Um sich für ein Paar gerader Linien zu entscheiden, die eine größtmögliche Wahrscheinlichkeit haben, eine Fahrstraße zu definieren, wird eine bekannte Information über eine Breite der Fahrstraße verwendet, indem unter vielen und nicht spezifizierten Gruppen von geraden Linien, die durch Hough-Transformation nach einer Kantenextraktion in jedem der zwei Bereiche ermittelt wurden, ein Paar gerader Linien ausgewählt wird, die in dem oberen Bereich definiert werden sollen, und zwar aus der Gruppe von geraden Linien, die nahe einem oberen Ende des Paares von geraden Linien verlaufen, das bereits in dem unteren Bereich definiert wurde.

Im Straßenbild ist im allgemeinen die Ermittlung der weißen Linie in dem oberen Bereich schwierig, da das Straßenbild im oberen Bereich mehr von Störungen beeinflusst wird und eine geringere Auflösung hat als im unteren Bereich. Bei der oben beschriebenen herkömmlichen Technologie wird die Ermittlung der weißen Linie etwas vereinfacht, indem das Paar gerader Linien, welches in dem oberen Bereich definiert werden soll, aus Gruppen von geraden Linien ausgewählt wird, die nahe beim oberen Ende des Paares gerader Linien verlaufen, die bereits in dem unteren Bereich definiert wurden. Jedoch ist ein erhaltenes Bild nicht störunanfällig, und das Verfahren ist für die Ermittlung nicht effizient, da in dem oberen Bereich das Paar von geraden Linien mit der höchsten Wahrscheinlichkeit dafür, daß es die Fahrstraße definiert, unter Verwendung bekannter Information über die Straßenbreite ermittelt wird, indem aus vielen und nicht spezifizierten Gruppen von geraden Linien, welche mittels Hough-Transformation ermittelt wurden, nachdem auf die gleiche Weise wie in dem unteren Bereich eine Kantenextraktion durchgeführt wurde, ausgewählt wird. Insbesondere ist es dann, wenn das Straßenbild in drei oder mehr Bereiche unterteilt ist, und das Straßenbild in dem obersten Bereich mehr von Störungen beeinflusst wird, sehr schwierig, durch Auswahl aus vielen und nicht spezifizierten Gruppen von geraden Linien über das Paar von geraden Linien zu entscheiden, die die höchste Wahrscheinlichkeit dafür haben, die Fahrstraße zu definieren.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

50

Demzufolge ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein System und ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, die in der Lage sind, eine weiße Linie in einem oberen Bereich eines Straßenbilds verläßlich und effizient zu ermitteln, indem das Straßenbild in mindestens zwei Bereiche unterteilt wird, die oben und unten angeordnet sind, und ein Ergebnis der Ermittlung der weißen Linie in einem untersten Bereich, bei welchem das Straßenbild weniger von Störungen beeinflusst wird, verwendet wird. Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein System und ein Verfahren bereitzustellen, die in der Lage sind, die weiße Linie in dem oberen Bereich selbst dann verläßlich und effizient zu ermitteln, wenn das Straßenbild in viele Bereiche unterteilt ist, die oben und unten angeordnet sind.

Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie zum Verarbeiten eines Straßenbilds zur Verfügung gestellt, um eine weiße Linie in dem Straßenbild zu ermitteln, welches
60 umfaßt:

ein erstes Mittel zum Ermitteln linker und rechter gerader Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem untersten Bereich von mindestens zwei Bereichen, die oben und unten angeordnet sind, und durch Teilen des Straßenbilds erhalten werden, approximiert werden;
ein zweites Mittel zum Berechnen einer horizontalen Linie aus einem ersten Fluchtpunkt, welcher ein Schnittpunkt der ersten linken und rechten geraden Linien ist; und
65 ein drittes Mittel zum Ermitteln gerader Linien, mit welchen die linken und rechten weißen Linien in einem anderen Bereich als in dem untersten Bereich approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß ein Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien, mit welchen die linken und rechten weißen Linien ap-

proximiert werden, auf einer horizontalen Linie in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild liegt.

Dabei umfaßt bei einer bevorzugten Ausgestaltung das dritte Mittel ein Mittel zum Ermitteln eines zweiten Fluchtpunkts auf der horizontalen Linie, basierend auf dem Merkmal, daß zumindest in einem Bereich der anderen Bereichen als dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher an den untersten Bereich angrenzt, Schnittpunkte an untersten Enden von zweiten linken und rechten, geraden Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien in dem an den untersten Bereich angrenzenden Bereich approximiert werden, auf den ersten linken und rechten geraden Linien liegen, und daß der zweite Fluchtpunkt, welcher ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ist, auf der horizontalen Linie liegt.

Des weiteren umfaßt bei einer bevorzugten Ausgestaltung das dritte Mittel ein Mittel zum Berechnen eines Schnittpunkts gerader Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem anderen, oberen Bereich als in dem untersten Bereich, der nicht an den untersten Bereich in dem Straßenbild angrenzt, approximiert werden, basierend auf einer Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie, mit welchen linke und rechte weiße Linien in zwei oder mehr Bereichen unter dem oberen Bereich approximiert werden.

Des weiteren umfaßt eine bevorzugte Ausgestaltung ein Mittel zum Extrahieren einer Folge von Punkten aus dem Straßenbild, die als eine Folge von Kennzeichnungspunkten einer weißen Linie auf linken und rechten weißen Linien liegen, zusammen mit einem Filterwert der weißen Linie, der die Ähnlichkeit mit dem Kennzeichnungspunkt der weißen Linie zeigt, und wobei das erste Mittel ein Mittel umfaßt zum Ermitteln gerader Linien als Linienapproximation von weißen Linien für die linke und rechte Seite, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie unter Verwendung eines Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, und wobei das dritte Mittel ein Mittel umfaßt zum Ermitteln eines Schnittpunkts der zweiten linken und rechten geraden Linien auf der horizontalen Linie, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich unter Verwendung des Verfahrens der kleinsten Quadrate sowohl für die linke als auch die rechte Seite approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet ist, und wobei in dem untersten Bereich obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien als Schnittpunkte an untersten Enden in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich verwendet werden.

Bei der obigen Konfiguration liegen, wenn die Oberfläche einer Straße eben ist, sowohl ein Schnittpunkt, der durch verlängerte gerade Linien erhalten wird, mit welchen linke und rechte weiße Linien in dem untersten Bereich von den Bereichen approximiert werden, die erhalten werden, indem das Straßenbild unterteilt wird, welches linke und rechte weiße Linien enthält, die parallel auf der Straßenoberfläche aufgetragen sind, als auch der Schnittpunkt, der durch verlängerte gerade Linien erhalten wird, mit welchen linke und rechte weiße Linien in dem oberen Bereich approximiert werden, auf einer Linie (in dieser Beschreibung wird diese eine Linie als "horizontale Linie" bezeichnet). Selbst wenn das Straßenbild in mehrere Bereiche unterteilt ist, die oben und unten angeordnet sind, liegen Schnittpunkte von verlängerten geraden Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien in jedem Bereich approximiert werden, auf einer gleichen, horizontalen Linie. Dies gilt sogar, wenn die Straßenoberfläche kurvig ist. Obwohl es unmöglich ist, daß die Straßenoberfläche tatsächlich vollkommen eben ist, würde im Fall, daß die Straße, wie z. B. eine Schnellstraße, geringe Schrägen aufweist, kein großer Fehler auftreten, sogar dann, wenn die Straßenoberfläche, die innerhalb eines Bildbereichs betrachtet wird, der von einem Bildaufnehmer erhalten wird, durch eine Ebene approximiert wird. Gemäß der vorliegenden Erfindung werden, indem erste linke und rechte gerade Linien ermittelt werden, mit welchen linke und rechte weiße Linien in dem untersten Bereich von zwei Bereichen, die oben und unten angeordnet sind und durch Unterteilen des Straßenbilds erhalten werden, approximiert werden, durch Ermitteln der horizontalen Linie, die der Schnittpunkt von ersten linken und rechten geraden Linien ist, und durch Ermitteln des Schnittpunkts, basierend auf dem Merkmal, daß der Schnittpunkt von linken und rechten geraden Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild approximiert werden, auf der horizontalen Linie liegt, gerade Linien ermittelt, mit welchen linke und rechte weiße Linien in anderen Bereichen als in dem untersten Bereich approximiert werden. Dies ermöglicht es, daß die weiße Linie in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich nur dadurch ermittelt wird, daß die Lage der horizontalen Linie, die bereits ermittelt wurde, berechnet wird, wodurch eine verlässliche und effiziente Ermittlung der weißen Linie in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild ermöglicht wird.

Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie zum Verarbeiten eines Straßenbilds zur Verfügung gestellt, um eine weiße Linie in dem Straßenbild zu ermitteln, welches die Schritte aufweist:

einen Schritt (a), bei welchem erste linke und rechte gerade Linien ermittelt werden, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem untersten Bereich von mindestens zwei Bereichen, die oben und unten angeordnet sind, und durch Teilen des Straßenbilds erhalten werden, approximiert werden;

einen Schritt (b), bei welchem eine horizontale Linie aus einem ersten Fluchtpunkt berechnet wird, welcher ein Schnittpunkt der ersten linken und rechten geraden Linien ist; und

einen Schritt (c), bei welchem gerade Linien ermittelt werden, mit welchen linke und rechte weiße Linien in anderen Bereichen als in dem untersten Bereich approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß ein Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild approximiert werden, auf der horizontalen Linie liegt.

Dabei umfaßt bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Schritt (c) einen Schritt, bei welchem ein zweiter Fluchtpunkt auf der horizontalen Linie ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß mindestens in einem Bereich der anderen Bereiche als dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher an den untersten Bereich angrenzt, Schnittpunkte an untersten Enden von zweiten linken und rechten geraden Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien in dem Bereich, welcher an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, auf den ersten linken und rechten geraden Linien liegen, und daß der zweite Fluchtpunkt, der der Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ist, auf der horizontalen Linie liegt.

Des weiteren umfaßt bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Schritt (c) einen Schritt, bei welchem ein Schnittpunkt von geraden Linien berechnet wird, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem anderen, oberen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher nicht an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, basierend auf einer Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie, mit welchen linke und rechte weiße Linien in zwei oder mehr Bereichen unter dem oberen Bereich approximiert werden. Ein Grund dafür, daß das obige Verfahren möglich ist, ist der folgende: Wenn der Bildbereich in mehrere Bereiche unterteilt ist, wird das Straßenbild in oberen Bereichen mehr von Störungen beeinflusst. Bei einer Straße, wie z. B. einer Schnellstraße, ist ein Krümmungsverhältnis einer Kurve relativ groß, und das Krümmungsverhältnis ändert sich nicht bei irgendeinem mittleren Punkt in der Kurve. Deswegen tritt bei einer derartigen Straße nur eine einzige Kurve in dem Straßenbild auf und ihr Krümmungsverhältnis ist ungefähr konstant.

Des weiteren umfaßt eine bevorzugte Ausgestaltung einen Schritt, bei welchem eine Folge von Punkten, die auf linken und rechten weißen Linien liegen, als Folge von Kennzeichnungspunkten aus dem Straßenbild extrahiert werden, zusammen mit einem Filterwert der weißen Linie, der eine Ähnlichkeit mit den Kennzeichnungspunkten der weißen Linie der weißen Linie zeigt, wobei der Schritt (a) einen Schritt umfaßt, bei welchem gerade Linien als Linienapproximation für linke und rechte Seiten ermittelt werden, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie approximiert wird, indem das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, und wobei der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem auf der horizontalen Linie ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ermittelt wird, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich approximiert wird, indem sowohl für die linke als auch die rechte Seite das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet ist, und wobei in dem untersten Bereich obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien als Schnittpunkte an untersten Enden in dem Bereich, welcher an den untersten Bereich angrenzt, verwendet werden.

Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Speichermedium zum Speichern eines Programms zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie zur Verfügung gestellt, welches ein maschinenlesbares Speichermedium zum Verarbeiten eines Straßenbilds ist, um eine weiße Linie in dem Straßenbild zu ermitteln; und um einen Computer zu veranlassen, die folgenden Schritte auszuführen:

- (a) Ermitteln von ersten linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien approximiert werden, in einem untersten Bereich von mindestens zwei Bereichen, die oben und unten angeordnet sind und durch Teilen des Straßenbilds erhalten werden;
- (b) Berechnen einer horizontalen Linie aus einem ersten Fluchtpunkt, der ein Schnittpunkt der ersten linken und rechten geraden Linien ist; und
- (c) Ermitteln von geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in einem anderen Bereich als in dem untersten Bereich approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß der Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild approximiert werden, auf der horizontalen Linie liegt.

Dabei umfaßt der Schritt (c) vorzugsweise einen Schritt, bei welchem ein zweiter Fluchtpunkt auf der horizontalen Linie ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß in mindestens einem Bereich der anderen Bereiche als dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher an den untersten Bereich angrenzt, Schnittpunkte an untersten Enden von zweiten linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in dem Bereich, der an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, auf den ersten linken und rechten geraden Linien liegen, und daß der zweite Fluchtpunkt, welcher ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ist, auf der horizontalen Linie liegt.

Des weiteren umfaßt der Schritt (c) vorzugsweise einen Schritt, bei welchem ein Schnittpunkt von geraden Linien berechnet wird, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem anderen, oberen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher nicht an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, basierend auf einer Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie, durch welche linke und rechte weiße Linien in zwei oder mehr Bereichen unter den oberen Bereichen approximiert werden.

Außerdem umfaßt das Programm vorzugsweise ein Programm, um den Computer zu veranlassen, einen Schritt auszuführen, bei welchem aus dem Straßenbild eine Folge von Punkten, welche auf linken und rechten weißen Linien liegen, als eine Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie extrahiert werden, zusammen mit einem Filterwert der weißen Linie, der die Ähnlichkeit zu den Kennzeichnungspunkten der weißen Linie zeigt, und wobei der Schritt (a) einen Vorgang umfaßt, bei welchem gerade Linien als Linienapproximation von weißen Linien für linke und rechte Seiten ermittelt werden, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie unter Verwendung eines Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, und wobei der Schritt (c) einen Vorgang umfaßt, bei welchem auf der horizontalen Linie ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ermittelt wird, durch welche die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich approximiert wird, wobei sowohl für die linke als auch die rechte Seite das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet ist, und wobei in dem untersten Bereich obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien als Schnittpunkte an untersten Enden in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich verwendet werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Die obigen und weitere Ziele, Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung zusammen mit der begleitenden Zeichnung ersichtlich, in welcher:

Fig. 1 ein Blockdiagramm ist, welches Konfigurationen eines Systems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der

vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 2 ein Flußdiagramm ist, welches den Betrieb des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 3 ein Diagramm eines Straßenbilds ist, welches den Betrieb des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert;

Fig. 4 ein Blockdiagramm eines weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist;

Fig. 5 ein Flußdiagramm ist, welches den Betrieb des weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert;

Fig. 6 ein Diagramm ist, welches ein Koordinatensystem einer Straßenbildeingabevorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 7 ein Flußdiagramm ist, welches Betriebsverfahren des weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert;

Fig. 8 ein Diagramm ist, welches den Betrieb eines linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitts für den unteren Bereich, eines horizontale-Linie-Koordinaten-Berechnungsabschnitts und eines gerade-Linie-Fluchtpunktermittlungsabschnitts für den oberen Bereich des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert;

Fig. 9 ein Blockdiagramm ist, welches Konfigurationen eines Systems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 10 ein Diagramm eines Straßenbilds ist, welches Betriebsweisen des Systems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert;

Fig. 11 ein Flußdiagramm ist, welches Betriebsverfahren eines weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts des Systems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert; und

Fig. 12 ein Flußdiagramm ist, welches Betriebsweisen des Systems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung erläutert.

GENAUE BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Es werden beste Ausführungsformen zum Ausführen der vorliegenden Erfindung unter Verwendung zahlreicher Ausführungsbeispiele weiter im Detail beschrieben, wobei auf die begleitende Zeichnung Bezug genommen wird.

Erstes Ausführungsbeispiel

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, welches Konfigurationen eines Systems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Wie in Fig. 1 gezeigt, besteht das System aus einem Computer 100 und einer Straßenbildeingabevorrichtung 101, welche an den Computer 100 angeschlossen ist.

Die Straßenbildeingabevorrichtung 101 ist eine Vorrichtung zum Bereitstellen von Informationen bezüglich einer Straße, einschließlich weißer Linien an beiden Seiten eines Fahrwegs auf einer Oberfläche der Straße, die ermittelt werden sollen. Diese werden durch eine Aufnahme der Straßenoberfläche vor einem Fahrzeug erhalten. Die Straßenbildeingabevorrichtung 101 ist derart an einem Vorderabschnitt des Fahrzeugs befestigt, daß sie horizontal ist. In dem ersten Ausführungsbeispiel ist die zu ermittelnde Straßenoberfläche derart ausgebildet, daß sie in einem von dem Bildaufnehmer erhaltenen Bildbereich durch eine Ebene approximiert werden kann, z. B. eine Schnellstraße mit wenig veränderten Schrägen.

Der Computer 100 weist eine Verarbeitungseinrichtung, wie z. B. eine MPU (microprocessor unit bzw. Mikroprozessoreinheit) und einen Speicher, wie z. B. einen Hauptspeicher, auf, und ist so ausgestaltet, daß er unter Steuerung eines Programms arbeitet. Ein an den Computer 100 angeschlossenes Speichermedium K1 ist ein maschinenlesbares Speichermedium, welches eine CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory bzw. -Nurlespeicher), Magnetdisk, Halbleiterspeicher oder dergleichen enthält, und welches das Programm zum Ermitteln weißer Straßenlinien speichert. Das in dem Speichermedium K1 gespeicherte Programm zum Ermitteln weißer Straßenlinien wird vom Computer 100 ausgelesen, wenn der Computer 100 gebootet wird, oder zu einer beliebigen anderen Zeit, zu der es nötig ist. Mit Hilfe von Steueroperationen des Computers 100 sind am Computer 100 ein weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102, ein linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 für den unteren Bereich, ein horizontale-Linie-Koordinaten-Berechnungsabschnitt 104, ein gerade-Linie-Fluchtpunktermittlungsabschnitt 105 für den oberen Bereich und ein weiße-Linie-Berechnungsabschnitt 106 verwirklicht.

Zunächst wird der Betrieb dieser Abschnitte unter Bezug auf die Fig. 1 bis 3 beschrieben.

Der weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 extrahiert als eine Folge von Punkten, welche die weiße Linie kennzeichnen, eine Folge von Punkten, die auf Bildern von linken und rechten weißen Linien 305 und 304 eines Straßenbilds 301 liegen, welches durch die Straßenbildeingabevorrichtung 101 erhalten wird.

Der linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 für den unteren Bereich ermittelt in einem unteren Bereich 302, welcher einer der Bereiche ist, die oben und unten angeordnet sind und im Voraus erhalten werden, indem das Straßenbild 301 unterteilt wird, für die linken und rechten weißen Linien 305 und 304 eine Linie, mit welcher die Folge von weiße-Linie-Kennzeichnungspunkten, die von dem weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 extrahiert wurden, am besten approximiert wird. Eine erste linke gerade Linie 307 ist eine gerade Linie, die für die linke weiße Linie 305 ermittelt wurde, während eine erste rechte gerade Linie 306 eine gerade Linie ist, die für die rechte weiße Linie 304 ermittelt wurde. Das Straßenbild 301 kann in zwei Bereiche unterteilt sein, wobei der untere Bereich 302 und ein oberer Bereich 303 sich an einer beliebigen Stelle befinden. Beispielsweise wird das Straßenbild 301 so unterteilt, daß sich die Grenzlinie zwischen dem unteren Bereich 302 und dem oberen Bereich 303 bei einem bestimmten Abstand (beispielsweise 30 m) vor dem Fahrzeug befindet.

Der horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104 stellt basierend auf dem Merkmal, daß, wenn die Straßenoberfläche in Wirklichkeit eben ist, ein Schnittpunkt in dem Straßenbild 301 von parallelen Linien auf der Straßenoberfläche auf einer horizontalen Linie 310 liegt, wie in Fig. 3 gezeigt, Berechnungen an, um einen ersten Fluchtpunkt 311 zu erhalten, der ein Schnittpunkt der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306 in dem unteren Bereich 302 ist, welche von dem weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 ermittelt wurden, und ermittelt eine horizontale Linie, die als die horizontale Linie 310 durch den ersten Fluchtpunkt 311 hindurchverläuft, und berechnet schließlich die Koordinaten der horizontalen Linie 310.

Der gerade-Linie-Fluchtpunktermittlungsabschnitt 105 für den oberen Bereich ermittelt eine zweite linke gerade Linie 3053 und eine zweite rechte gerade Linie 308, mit welchen linke und rechte weiße Linien approximiert werden, basierend auf der horizontalen Linie 310, die von dem horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104 ermittelt wurde, und basierend auf der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306, die von dem linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 für den unteren Bereich ermittelt wurden, sowie basierend auf der Folge von weißen-Linie-Kennzeichnungspunkten in dem oberen Bereich 303, die von dem weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 extrahiert wurden. Das heißt, daß, wie in Fig. 3 gezeigt, basierend auf dem Merkmal, daß, wenn die Straßenoberfläche in Wirklichkeit eben ist, der Schnittpunkt von parallelen Linien auf der Straßenoberfläche auf dem Straßenbild 301 auf der horizontalen Linie liegt, und unter der Annahme, daß der Schnittpunkt (zweiter Fluchtpunkt 312) auf dem Straßenbild 301 zwischen der zweiten linken geraden Linie 309, mit welcher die linke weiße Linie 305 in dem oberen Bereich 303 approximiert wird, und der zweiten rechten geraden Linie 308, mit welcher die rechte weiße Linie 304 in dem oberen Bereich 303 approximiert wird, auf der horizontalen Linie 310 liegt, und daß ein Schnittpunkt zwischen der zweiten linken geraden Linie 309 in dem oberen Bereich 303 auf der linken geraden Linie 307 in dem unteren Bereich 302 existiert, und der Schnittpunkt der zweiten rechten geraden Linie 308 in dem oberen Bereich 303 auf der ersten rechten geraden Linie 306 in dem unteren Bereich 302 existiert, ein zweiter Fluchtpunkt 312 ermittelt wird. Eine Linie, welche den ermittelten zweiten Fluchtpunkt 312 mit einem Schnittpunkt eines oberen Endes der ersten linken geraden Linie 307 in dem unteren Bereich 302 verbindet, wird als zweite linke gerade Linie 309 verwendet. Eine Linie, welche den zweiten Fluchtpunkt 312 mit einem Schnittpunkt eines oberen Endes der ersten rechten geraden Linie 306 in dem unteren Bereich 302 verbindet, wird als die zweite rechte gerade Linie 308 verwendet.

Der weiße-Linie-Berechnungsabschnitt 106 berechnet, basierend auf approximierten Linien, nämlich der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306, die in dem unteren Bereich 302 ermittelt wurden, und approximierten Linien, nämlich der zweiten linken geraden Linie 309 und der zweiten rechten geraden Linie 308, die in dem oberen Bereich 303 ermittelt wurden, die Lage und die Form der linken weißen Linie 305 und der rechten weißen Linie 304, und gibt ihre Werte aus.

Als nächstes wird unten der Betrieb des gesamten Systems des ersten Ausführungsbeispiels unter Bezug auf die Fig. 1 bis 3 beschrieben.

Als erstes wird ein Straßenbild 301 in eine Straßenbildeingabevorrichtung 101 eingegeben (Schritt A1). Als nächstes wird die Folge von Kennzeichnungspunkten der linken und rechten weißen Linie aus dem Straßenbild 301 von dem weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 extrahiert (Schritt A2). In dem unteren Bereich 302 der Bereiche, die oben und unten angeordnet sind, und die dadurch erhalten werden, daß das Straßenbild 301 vorab unterteilt wird, werden von dem linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 die erste linke gerade Linie 307 und die erste rechte gerade Linie 306 durch die Folge von Punkten, die die weißen Linien kennzeichnen, für den unteren Bereich approximiert (Schritt A3). Dann wird von dem horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104 die horizontale Linie, die durch den Schnittpunkt (ersten Fluchtpunkt 311) der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306 hindurchgeht, berechnet, um die horizontale Linie 310 zu erhalten (Schritt A4). Als nächstes wird, basierend auf dem Merkmal, daß Schnittpunkte am oberen Ende des oberen Bereichs der zweiten linken geraden Linie 309 und der zweiten rechten geraden Linie 308, mit welchen die Folge von Punkten, welche die linke weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304 kennzeichnen, approximiert wird, jeweils auf der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306 liegen, und daß linke und rechte Schnittpunkte (zweiter Fluchtpunkt 312) auf der horizontalen Linie 310 liegen, vom gerade-Linie-Fluchtpunktermittlungsabschnitt 105 für den oberen Bereich die Lage eines zweiten Fluchtpunkts 312 auf der horizontalen Linie 310 ermittelt, auf dessen Basis die zweite linke gerade Linie 309 und die zweite rechte gerade Linie 308 in dem oberen Bereich 303 ermittelt werden (Schritt A5). Schließlich werden vom weißen-Linie-Berechnungsabschnitt 106 die Lage und Form der linken weißen Linie 305 und der rechten weißen Linie 304 berechnet, basierend auf der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306 und der zweiten linken geraden Linie 309 und der zweiten rechten geraden Linie 308, und ihre Werte werden ausgegeben (Schritt A6).

Als nächstes werden unten die vom System gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erzielten Effekte beschrieben.

Beim ersten Ausführungsbeispiel wird eine effiziente und störunanfällige Linienapproximation ermöglicht, da eine Linienapproximation der linken weißen Linie 305 und der rechten weißen Linie 304 in dem oberen Bereich 303 nur durch Ermittlung des Fluchtpunkts auf der horizontalen Linie 310 erreicht werden kann, d. h. durch Berechnung nur eines Parameters.

Des weiteren kann gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die Linienapproximation sowohl der linken weißen Linie 305 als auch der rechten weißen Linie 304 unter Verwendung irgendeiner der weißen Linien durchgeführt werden, sogar wenn entweder die linke weiße Linie 305 oder die rechte weiße Linie 304 wegen einer Störung oder dergleichen in dem oberen Bereich 303 nicht ermittelt werden kann, da die Linienapproximation der linken weißen Linie 305 und der rechten weißen Linie 304 in dem oberen Bereich 303 gleichzeitig durchgeführt wird, wobei ein Parameter verwendet wird.

Des weiteren kann gemäß dem Ausführungsbeispiel eine sich widersprechende Approximation in dem unteren Bereich und dem oberen Bereich verhindert werden, da das System so konfiguriert ist, daß ein Ergebnis einer Approximation in dem unteren Bereich 302 in Form unterer Endschnittpunkte bei der Linienapproximation der weißen Linien in dem oberen Bereich 303 mitverwendet wird. Deswegen ist eine nachträgliche Beurteilung hinsichtlich der Konformität der Linienapproximation in beiden Bereichen nicht notwendig.

Als nächstes wird der Betrieb des Systems des Ausführungsbeispiels mehr im Detail unter Bezug auf konkrete Bei-

spiele beschrieben. Fig. 4 ist ein Blockdiagramm des weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts 102 des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel. Fig. 5 ist ein Flußdiagramm, welches die Betriebsweisen des weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts 102 des Systems gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel erläutert. Der weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 führt arithmetische Rechenoperationen mit Kennzeichnungswerten durch, einschließlich einer Differenz einer Summe von Helligkeitswerten innerhalb und außerhalb des Bildes der weißen Linie, einer Stärke einer Kante am Ende des Bildes der weißen Linie, einer Gleichmäßigkeit der Helligkeitswerte innerhalb des Bildes der weißen Linie oder dergleichen bei jedem Punkt des Straßenbilds, führt Ähnlichkeitsberechnungen mit dem Kennzeichnungspunkt der weißen Linie bei jedem Punkt des Straßenbilds in der Form einer linearen Summe jedes berechneten Kennzeichnungswerts durch, und extrahiert den Kennzeichnungspunkt der weißen Linie auf Basis der berechneten Ähnlichkeit mit dem Kennzeichnungspunkt der weißen Linie bei jedem Punkt auf dem Straßenbild. Ein weißer-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 umfaßt einen horizontale-Breite-Ermittlungsabschnitt für die weiße Linie 1021, einen innen/außen-Helligkeitsunterschiedsberechnungsabschnitt für die weiße Linie 1022, einen Endkantenstärkeberechnungsabschnitt für die weiße Linie 1023, einen Innenhelligkeitsgleichmäßigkeitsberechnungsabschnitt für die weiße Linie 1024, einen Kennzeichnungsintegrationsabschnitt für die weiße Linie 1025 und einen Kennzeichnungspunktendataausgabeabschnitt für die weiße Linie 1026.

Unten wird der Betrieb des weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts 102 des Ausführungsbeispiels beschrieben.

Zuerst wird unter Verwendung des horizontalen-Breite-Ermittlungsabschnitts für die weiße Linie 1021 bei jedem Punkt in dem Straßenbild eine horizontale Breite B eines Bildes einer weißen Linie berechnet, wenn jeder Punkt in dem Straßenbild auf einer Zentrallinie liegt, basierend auf seiner Position und einer Höhe der Straßenbildeingabevorrichtung 101, und zwar gemäß einer Formel $B = \Delta x(z - V)/H$ (dabei stellt Δx die Breite einer weißen Linie in Wirklichkeit und H eine Höhe der Straßenbildeingabevorrichtung 101 relativ zu einer Standardebene dar, d. h. einer Straßenebene; z und V haben einen vorbestimmten Wert; V stellt einen Wert auf einer Z-Koordinatenachse der horizontalen Linie dar; in einem Ausgangszustand wird der vorbestimmte Wert verwendet; nachdem die horizontale Linie von dem horizontalen-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104 ermittelt wurde, werden die ermittelten Werte verwendet). (Schritt B1). In Fig. 6 ist ein Koordinatensystem der Straßenbildeingabevorrichtung 101 gezeigt. Bei der Berechnung verwendet der horizontale-Breite-Ermittlungsabschnitt für die weiße Linie 1021, um eine Breite einer weißen Linie bei jedem Punkt in dem Straßenbild zu ermitteln, das Merkmal, daß eine horizontale Breite der weißen Linie eine mehr der Wirklichkeit entsprechende Breite der weißen Linie erreicht, wenn die weiße Linie auf dieser Seite näher beim Fahrzeug liegt. Wenn die weiße Linie weiter vom Fahrzeug entfernt liegt, wird ihre horizontale Breite schmaler, und wenn die weiße Linie in dem Nachbarbereich der horizontalen Linie (d. h. $z = V$) liegt, wird ihre Breite gleich null.

Als nächstes wird bei jedem Punkt in dem Straßenbild durch den innen/außen-Helligkeitsunterschiedsberechnungsabschnitt für die weiße Linie 1022 eine Summe von Bildelementhelligkeitswerten von Bildelementen berechnet, die auf einer gleichen horizontalen Linie liegen, und an einer Stelle näher als an eine Hälfte der horizontalen Breite einer weißen Linie (Schritt B2). Auf ähnliche Weise wird bei jedem Punkt in dem Straßenbild eine Summe von Bildelementhelligkeitswerten von Bildelementen berechnet, die auf der gleichen horizontalen Linie liegen, und an einer Stelle weiter entfernt als eine Hälfte der horizontalen Breite der weißen Linie und näher als die horizontale Breite (Schritt B3). Dann wird ein "Unterschied" zwischen der Summe der Helligkeitswerte der Bildelemente an einer Stelle näher als eine Hälfte der horizontalen Breite der weißen Linie, und der Summe der Helligkeitswerte der Bildelemente an einer Stelle mehr als die Hälfte der horizontalen Breite der weißen Linie berechnet (Schritt B4). Dabei wird die Anzahl von Bildelementen, die an einer Stelle näher als die Hälfte der horizontalen Breite der weißen Linie liegen, der Anzahl der Bildelemente angeglichen, die an einer Stelle weiter entfernt als die Hälfte der horizontalen Breite der weißen Linie liegen. Wenn ein Punkt auf dem Straßenbild an einem Zentrum des Bildes der weißen Linie liegt, hat der Unterschied zwischen ihnen einen maximalen Wert, da beim Schritt B2 die Summe der Helligkeitswerte der Bildelemente innerhalb des Bildes der weißen Linie berechnet wird, und bei Schritt B3 die Summe der Helligkeitswerte der Bildelemente außerhalb des Bildes der weißen Linie berechnet wird, und bei Schritt B4 die Summe der Helligkeitswerte der Bildelemente innerhalb des Bildes der weißen Linie kontaktiert. Dieser "Unterschied" tendiert dazu, kleiner zu werden, wenn sich der Punkt auf dem Straßenbild mehr von dem Zentrum des Bildes der weißen Linie entfernt.

Als nächstes wird unter Verwendung des Endkantenstärkeberechnungsabschnitts für die weiße Linie 1023 bei jedem Punkt auf dem Straßenbild eine Kantenstärke in den zwei linken und rechten Bildelementen, die mit einem Abstand von der halben horizontalen Breite der weißen Linie auf einer gleichen horizontalen Linie liegen, als ein Wert für ein Bildelement berechnet, z. B. unter Verwendung eines Sobel-Filters bei einem tatsächlichen Straßenbild (Schritt B5). Wenn der Punkt in dem Straßenbild innerhalb des Bildes der weißen Linie liegt, tendiert die Kantenstärke dazu, größer zu werden.

Des weiteren wird unter Verwendung des Innenhelligkeitsgleichmäßigkeitsberechnungsabschnitts für die weiße Linie 1024 bei jedem Punkt auf dem Straßenbild die Gleichmäßigkeit der Helligkeitswerte einschließlich der Helligkeitswertdispersion innerhalb von Gruppen von Bildelementen, und ein Unterschied zwischen einem maximalen Helligkeitswert und einem minimalen Helligkeitswert oder dergleichen von linken und rechten Bildelementgruppen, die an einer Stelle näher als eine Hälfte der horizontalen Breite der weißen Linie auf der gleichen horizontalen Linie liegen, berechnet (Schritt B6). Wenn der Punkt auf dem Straßenbild am Zentrum des Bildes der weißen Linie angeordnet ist, wird die Gleichmäßigkeit am höchsten. Sie nimmt nach und nach ab, wenn sich der Punkt in dem Straßenbild weit von dem Zentrum des Bildes der weißen Linie entfernt.

Als nächstes wird unter Verwendung des Kennzeichnungsintegrationsabschnitts für die weiße Linie 1025 bei jedem Punkt auf dem Straßenbild die Ähnlichkeit mit dem Kennzeichnungspunkt der weißen Linie berechnet, und zwar in Form einer linearen Summe, z. B. der Differenz der Summe der inneren/äußeren Helligkeitswerte, Kantenstärke und Helligkeitsgleichmäßigkeit (Schritt B7). Ein Filter, mit welchem jedem Punkt auf dem Straßenbild die Ähnlichkeit mit dem Kennzeichnungspunkt der weißen Linie zugeordnet wird, wird als ein Filter einer weißen Linie ermittelt. Die Ähnlichkeit mit dem Kennzeichnungspunkt der weißen Linie jedes Straßenbildpunkts wird als Filterwert der weißen Linie ermittelt.

Schließlich wird unter Verwendung des Kennzeichnungspunkt-Datenausgabeabschnitts für die weiße Linie 1026 auf jeder horizontalen Linie ein linker Straßenbildpunkt und ein rechter Straßenbildpunkt, bei welchen die Filterwerte der weißen Linie einen maximalen Wert haben, als Kennzeichnungspunkte der weißen Linie der linken und rechten weißen Linien extrahiert, und ausgegeben (Schritt B8). Ausgegebene Kennzeichnungspunktendaten der weißen Linie enthalten

5 Koordinaten des Straßenbildpunkts und den Filterwert der weißen Linie des Straßenbildpunkts.

Unten wird der Betrieb des Systems des Ausführungsbeispiels unter Bezug auf Fig. 7 beschrieben. Fig. 7 ist ein Flußdiagramm, welches die Betriebsverfahren des weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts 102 erläutert.

Zunächst wird ein Straßenbild eingegeben, indem die Straßenbildeingabevorrichtung 101 verwendet wird (Schritt C1). Als nächstes wird unter Verwendung des weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts 102 auf die oben beschriebene Weise der Filter der weißen Linie des Straßenbilds erzeugt, und die Folge der Kennzeichnungspunkte der weißen Linie, die als der maximale Punkt des Filterwerts der weißen Linie für die linke und rechte weiße Linie gegeben sind, wird extrahiert (Schritt C2). Folgen von Kennzeichnungspunkten der linken und rechten weißen Linie werden wie folgt ausgedrückt:

Folge von Kennzeichnungspunkten der linken weißen Linie:

15 $(x_{li}, z_{li}) = X_{li}, i = 0, 1, \dots$

Folge von Kennzeichnungspunkten der rechten weißen Linie:

20 $(x_{ri}, z_{ri}) = X_{ri}, i = 0, 1, \dots$

wobei X_{li} und X_{ri} Vektoren sind. Der Filterwert der weißen Linie am Punkt (x, z) auf dem Straßenbild ist $W(x, z)$.

Als nächstes werden, wie in Fig. 8 gezeigt, in einem unteren Bereich LA, der einer der Bereiche ist, die oben und unten angeordnet sind, welche dadurch erhalten werden, daß das Straßenbild vorab unterteilt wird, unter Verwendung des linke/rechte gerade-Linie-Ermittlungsabschnitts 103 für den unteren Bereich unabhängig voneinander eine erste linke gerade Linie und eine erste rechte gerade Linie bei der linken und rechten Seite ermittelt, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie approximiert wird, wobei das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, und wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird (Schritt C3). Das bedeutet, daß die erste linke gerade Linie, die durch die Formel " $x = a_z + b_l$ " definiert ist, so gewählt wird, daß ein Ergebnis der folgenden Formelrechnung minimal wird:

Formel 1

35
$$f(a_l, b_l) \equiv \sum_{x_{li} \in LA} w(x_{li}, z_{li}) \{x_{li} - (a_l z_{li} + b_l)\}^2$$

Auf ähnliche Weise wird die rechte gerade Linie, die durch eine Formel " $x = a_z + b_r$ " definiert ist, so gewählt, daß ein Ergebnis der folgenden Formelrechnung minimal wird:

Formel 2

40
$$f(a_r, b_r) \equiv \sum_{x_{ri} \in LA} w(x_{ri}, z_{ri}) \{x_{ri} - (a_r z_{ri} + b_r)\}^2$$

45 Als nächstes wird unter Verwendung des horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitts 104 eine horizontale Linie berechnet, die durch einen Schnittpunkt (ersten Fluchtpunkt) der linken und rechten geraden Linien hindurchgeht (Schritt C4). In Fig. 8 sind die Koordinaten des ersten Fluchtpunkts (V_x, V_z) und die Koordinaten der horizontalen Linie ($z = V_z$).

Als nächstes werden unter Verwendung des gerade-Linie-Fluchtpunkt-Ermittlungsabschnitts für den oberen Bereich in dem oberen Bereich UA die linke und rechte gerade Linie ermittelt, indem obere Enden der ersten linken und rechten geraden Linien in dem unteren Bereich LA als Schnittpunkte an unteren Enden in dem oberen Bereich UA verwendet werden, und indem ein Schnittpunkt (zweiter Fluchtpunkt) von zweiten linken und rechten geraden Linien ermittelt wird, mit welchen die Folge der Kennzeichnungspunkte der weißen Linie auf der horizontalen Linie unter Verwendung des Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird (Schritt C5). Das bedeutet, daß, wenn obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien in dem unteren Bereich jeweils (F_l, L) und (F_r, L) sind und wenn die zweite linke gerade Linie durch eine Formel " $x = \{(F_l - P_z)/(L - V_z)\}(z - L) + F_l$ " definiert wird, und wenn die zweite rechte gerade Linie durch eine Formel " $x = \{(F_r - P_z)/(L - V_z)\}(z - L) + F_r$ " definiert wird, P_x durch Minimieren eines Ergebnisses der folgenden Formelrechnung erhalten wird:

60

65

$$g(P_x) \equiv \sum_{x_u \in UA} w(x_u, z_u) \left\{ x_u \left(\frac{F_l - P_x}{L - V_x} (z_u - L) + F_l \right) \right\}^2 \quad 5$$

$$+ \sum_{x_n \in UA} w(x_n, z_n) \left\{ x_n \left(\frac{F_r - P_x}{L - V_x} (z_n - L) + F_r \right) \right\}^2 \quad 10$$

Schließlich werden unter Verwendung des weißen-Linie-Vorausrechnungsabschnitts 106 die Lage und Beugerichtung der linken und rechten weißen Linien, basierend auf den ersten und zweiten geraden Linien berechnet, und deren Werte ausgegeben (Schritt C6). Es können andere Informationen als die Lage und die Beugerichtung berechnet werden, z. B. ein Krümmungsradius für jeweils die linke und die rechte weiße Linie. 15

Zweites Ausführungsbeispiel

Fig. 9 ist ein Blockdiagramm, welches Konfigurationen eines Systems gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Wie in Fig. 9 gezeigt, umfaßt das System des zweiten Ausführungsbeispiels einen Computer 500 und eine Straßenbildeingabevorrichtung 101, die an den Computer 500 angeschlossen ist. 20

Die Straßenbildeingabevorrichtung 101 ist so ausgestaltet, daß sie über einen Straßenbildaufnehmer vor einem Fahrzeug Bildinformation erhält, einschließlich weißer Linien an beiden Seiten eines Fahrwegs auf einer Straßenoberfläche, die ermittelt werden sollen, und ist horizontal an einem vorderen Abschnitt des Fahrzeugs befestigt. Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist die zu ermittelnde Straßenoberfläche derart, daß sie nur eine Kurve hat und innerhalb des Bildbereichs, der von dem Bildaufnehmer erhalten wird, durch eine Ebene approximiert werden kann, z. B. eine Schnellstraße mit nur leicht geänderten Schrägen und keiner Änderung bei der Krümmung in der Mitte der Kurve der Schnellstraße. 25

Der Computer 500 enthält Verarbeitungsvorrichtungen, wie z. B. eine MPU und einen Speicher, einschließlich einem Hauptspeicher oder dergleichen, der von einer Programmsteuerung betrieben wird. Ein an den Computer 500 angeschlossen Speichermedium K2 ist ein maschinenlesbares Speichermedium, wie z. B. eine CD-ROM, eine magnetische Disk, ein Halbleiterspeicher oder dergleichen, in denen ein Programm zum Ermitteln weißer Linien in dem Speichermedium K2 wird von einem Computer 500 ausgelesen, wenn er gebootet wird, oder zu einer anderen Zeit, zu der es nötig ist. Durch Steueroperationen des Computers 500 werden auf dem Computer 500 ein weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102, ein linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt für den unteren Bereich 103, ein horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104, ein zweiter Fluchtpunkt-Ermittlungsabschnitt für den oberen Bereich 505, ein Fluchtpunktfolge-Berechnungsabschnitt 506 für den oberen Bereich und ein weiße-Linie-Berechnungsabschnitt 507 implementiert. 30

Der weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 extrahiert eine Punktfolge Folge von als Kennzeichnungspunkten für die weiße Linie, die auf Bildern einer linken weißen Linie 305 und einer rechten weißen Linie 304 des Straßenbilds 301 liegen, welches von der Straßenbildeingabevorrichtung 101 erhalten wird. 35

Der linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 für den unteren Bereich ermittelt in einem unteren Bereich 302 von Bereichen, die oben und unten angeordnet sind, und dadurch erhalten werden, daß das Straßenbild 301 vorab unterteilt wird, gerade Linien für die linke weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304, mit welchen Folgen von Kennzeichnungspunkten der linken und rechten weißen Linie, die von dem weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 extrahiert wurden, am besten approximiert werden. Die gerade Linie für die linke weiße Linie 305 ist eine erste linke gerade Linie 307 und die gerade Linie für die rechte weiße Linie 304 ist eine erste rechte gerade Linie 306. Des weiteren kann das Straßenbild 301 in zwei Bereiche unterteilt werden, einschließlich dem unteren Bereich 302, und weiteren Bereichen in irgendeiner anderen Lage. Beispielsweise kann es so unterteilt werden, daß sich die Grenze einer oberen Seite des unteren Bereichs 302 in einem vorbestimmten Abstand (beispielsweise 30 m) vor dem Fahrzeug befindet. 40

Der horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104 stellt Berechnungen an, indem er das Merkmal verwendet, daß, wenn die Straßenoberfläche in Wirklichkeit eben ist, wie in Fig. 3 gezeigt, ein Schnittpunkt von parallelen Linien auf der Straßenoberfläche auf einer horizontalen Linie liegt, um einen ersten Fluchtpunkt 311 zu erhalten, der ein Schnittpunkt zwischen der ersten linken geraden Linie und der ersten rechten geraden Linie 306 in dem unteren Bereich ist, die von dem weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 ermittelt wurden, und ermittelt eine horizontale Linie, die durch den ersten Fluchtpunkt 311 als eine horizontale Linie 310 hindurchgeht, und berechnet Koordinaten der horizontalen Linie 310. 45

Der zweite Fluchtpunkt-Ermittlungsabschnitt 505 für den oberen Bereich ermittelt in einem ersten oberen Bereich 703, der in einer untersten Lage von zwei oder mehr oberen Bereichen 703 bis 706 liegt, die, wie in Fig. 10 gezeigt, erhalten werden, indem der obere Bereich unterteilt wird, einen Schnittpunkt (zweiter Fluchtpunkt 714) von geraden Linien (zweite linke gerade Linie 713 und zweite rechte gerade Linie 712), mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der linken und rechten weißen Linie in dem ersten oberen Bereich 703 approximiert werden, basierend auf der horizontalen Linie 310, die von dem horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104 ermittelt wurde, auf der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306, die von dem linke/rechte gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 für den unteren Bereich ermittelt wurden, und auf Folgen von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem ersten oberen Bereich 703, die von dem weiße-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 extrahiert wurden. Die zweite linke und rechte gerade Linie 713 und die zweite rechte gerade Linie 712 werden, basierend auf 50

dem zweiten Fluchtpunkt 714, ermittelt. Das bedeutet, daß, wie in Fig. 10 gezeigt, der zweite Fluchtpunkt 714, basierend auf den Merkmalen paralleler gerader Linien auf der oben beschriebenen Straßenoberfläche, ermittelt wird, nämlich, daß ein Schnittpunkt (zweiter Fluchtpunkt 714) der zweiten linken geraden Linie 713 und der zweiten rechten geraden Linie 712, mit welchen die linke weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304 in dem ersten oberen Bereich 703 approximiert werden, auf der horizontalen Linie 310 liegt, und daß Schnittpunkte der zweiten linken geraden Linie 713 und der zweiten rechten geraden Linie 712 an dem unteren Ende in dem ersten oberen Bereich 703 auf der ersten linken geraden Linie 703 und der ersten rechten geraden Linie 306 in dem unteren Bereich 302 liegen. Eine gerade Linie, welche den ermittelten zweiten Fluchtpunkt 714 mit dem Schnittpunkt an einem oberen Ende der ersten linken geraden Linie 307 in dem unteren Bereich 302 verbindet, wird als zweite linke gerade Linie 713 ermittelt, und eine gerade Linie, welche den zweiten Fluchtpunkt 714 mit dem Schnittpunkt an einem oberen Ende der ersten rechten geraden Linie 306 in dem unteren Bereich 302 verbindet, wird als eine zweite rechte gerade Linie 712 ermittelt.

Der obere Bereich ist in zwei oder mehr Bereiche unterteilt, die oben und unten angeordnet sind, so daß die Breite weiterer Bereiche in der Richtung nach oben und nach unten die gleiche Länge haben wie eine Straße im Raum tatsächlich hat, mit Ausnahme zumindest von Bereichen, die an die horizontale Linie 210 angrenzen. Das bedeutet, daß, wie in Fig. 10 gezeigt ist, der obere Bereich so unterteilt ist, daß die Breite des ersten oberen Bereichs 703, des zweiten oberen Bereichs 704 und des dritten oberen Bereichs 705 in der Richtung nach oben und nach unten die gleiche Länge haben (z. B. 30 m) wie die Straße im tatsächlichen Raum. Ein verbleibender Bereich wird dem vierten oberen Bereich 706 zugeordnet, der an die horizontale Linie 310 angrenzt.

Der Fluchtpunktfolge-Berechnungsabschnitt 506 für den oberen Bereich berechnet im Voraus in jedem Bereich des zweiten oberen Bereichs 704 bis zu dem vierten oberen Bereich 706 einen Schnittpunkt gerader Linien, mit welchen die linke weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304 in zwei oder mehr Bereichen, die an der unteren Seite des Bereichs liegen, approximiert werden, basierend auf der Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie 310 in den zwei unteren oder mehr Bereichen, mit welchen die linke weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304 approximiert werden, und erhält, basierend auf ihren Schnittpunkten, in jedem Bereich eine gerade Linie, mit welcher die linke weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304 approximiert werden. Wie in Fig. 10 gezeigt ist, werden ein dritter Fluchtpunkt 717 einer dritten linken geraden Linie 716 und einer dritten rechten geraden Linie 715 in dem zweiten oberen Bereich 704, ein vierter Fluchtpunkt 720 einer vierten linken geraden Linie 719 und einer vierten rechten geraden Linie 718 in dem dritten oberen Bereich 705 und ein fünfter Fluchtpunkt 721 einer fünften linken geraden Linie in dem vierten oberen Bereich 706 aus dem ersten Fluchtpunkt 311 berechnet, welcher von dem linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 für den unteren Bereich ermittelt wurde, und einem zweiten Fluchtpunkt 714, welcher von dem zweiten Fluchtpunkt-Ermittlungsabschnitt 505 für den oberen Bereich ermittelt wurde. Gerade Linien, die den dritten Fluchtpunkt 717 mit Schnittpunkten von oberen Enden der zweiten geraden Linie 713 und der dritten rechten geraden Linie 712 in dem ersten oberen Bereich 703 verbinden, werden als die dritte linke gerade Linie 716 und die dritte rechte gerade Linie 715 ermittelt, und gerade Linien, welche den vierten Fluchtpunkt 720 mit Schnittpunkten von oberen Enden der dritten linken geraden Linie 716 und der dritten rechten geraden Linie 715 in dem zweiten oberen Bereich 704 verbinden, werden als die vierte linke gerade Linie 719 und die vierte rechte gerade Linie 718 ermittelt, und gerade Linien, welche den fünften Fluchtpunkt 721 mit Schnittpunkten von oberen Enden der vierten linken geraden Linie 719 und der vierten rechten geraden Linie 718 in dem dritten oberen Bereich 705 verbinden.

Der weiße-Linie-Berechnungsabschnitt 507 berechnet die Lage und Form von linken und rechten weißen Linien 305 und einer rechten weißen Linie 304, basierend auf der geraden Linie, mit welcher die linke und rechte weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304, die in dem unteren Bereich 302 und in den oberen Bereichen 703 bis 706 ermittelt wurden, approximiert werden, und gibt ihre Werte aus.

Als nächstes wird der Betrieb des gesamten Systems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel unter Bezug auf die Fig. 9 bis 11 beschrieben.

Als erstes wird das Straßenbild 301 von der Straßenbildebeneinrichtung 101 eingegeben (Schritt D1 in Fig. 11). Von dem weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitt 102 werden Folgen von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie für die linke und rechte weiße Linie aus dem Straßenbild 301 extrahiert (Schritt D2). Außerdem werden basierend auf der Folge der Kennzeichnungspunkte der weißen Linie eine erste linke gerade Linie 307 und eine erste rechte gerade Linie 306, mit welchen die linke weiße Linie 305 und die rechte weiße Linie 304 approximiert werden, von dem linke/rechte gerade-Linie-Ermittlungsabschnitt 103 für den unteren Bereich in dem unteren Bereich 302 der oben und unten angeordneten Bereiche ermittelt, die dadurch erhalten werden, daß das Straßenbild 301 vorab unterteilt wird (Schritt D3). Als nächstes wird durch den horizontale-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitt 104 eine horizontale Linie als die horizontale Linie 310 berechnet, die durch den Schnittpunkt (erster Schnittpunkt 311) der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306 hindurchgeht (Schritt D4). Unter Verwendung des zweiten Fluchtpunkt-Ermittlungsabschnitts 505 für den oberen Bereich wird in dem ersten oberen Bereich 703, der an der untersten Stelle der Bereiche angeordnet ist, die dadurch erhalten werden, daß der obere Bereich vorab in zwei oder mehr obere Bereiche 703 bis 706 unterteilt wird, die oben und unten angeordnet sind, unter der Annahme, daß Schnittpunkte der linken und zweiten geraden Linie 713 und der zweiten rechten geraden Linie 712 an unteren Enden in dem ersten oberen Bereich 703 auf der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306 liegen, und daß ein Schnittpunkt (zweiter Fluchtpunkt 714) der linken und rechten geraden Linien auf der horizontalen Linie 310 liegt, eine Lage des zweiten Fluchtpunkts 714 auf der horizontalen Linie 310 ermittelt, auf dessen Basis die zweite linke gerade Linie 713 und die zweite rechte gerade Linie 712 ermittelt werden (Schritt D5).

Als nächstes wird die Variable "n" auf "2" initialisiert (Schritt D6). Unter Verwendung des Fluchtpunktfolge-Berechnungsabschnitts 506 für den oberen Bereich wird zunächst in dem oberen n-ten (= 2) zweiten oberen Bereich 704, basierend auf dem n-ten (= 2) zweiten Fluchtpunkt 714 und dem n-ten (= 1) ersten Fluchtpunkt 311 angenommen, daß der n + 1 (= 3) dritte Fluchtpunkt 717 auf der horizontalen Linie 310 liegt, auf dessen Basis die dritte linke gerade Linie 716 und die dritte rechte gerade Linie 715 ermittelt werden (Schritt D7).

Dann wird entschieden, ob der obere n-te (= 2) zweite obere Bereich 704 an die horizontale Linie 310 angrenzt (Schritt

D8). Wenn er nicht angrenzt, wird "n" um 1 erhöht (+1) (Schritt D9), und die Operation wird zu dem Schritt D7 zurückgeführt, und das obige Vorgehen wird wiederholt. In dem Fall des in Fig. 10 gezeigten Beispiels kehrt die Operation zu dem Schritt D7 zurück, da der zweite obere Bereich 704 nicht an die horizontale Linie 310 angrenzt. In dem oberen n-ten (n = 3) dritten Bereich 705 wird, basierend auf dem n-ten (n = 3) dritten Fluchtpunkt 717, n - 1-ten (n = 2) zweiten Fluchtpunkt 714, angenommen, daß der n + 1-te (n = 4) vierte Fluchtpunkt 720 auf der horizontalen Linie 310 existiert, auf dessen Basis die vierte linke gerade Linie 719 und die vierte rechte gerade Linie 718 ermittelt werden. In Fig. 10 wird auf die gleiche Weise wie oben der fünfte Fluchtpunkt 721 ermittelt. Aus dem fünften Fluchtpunkt 721 können fünfte linke und rechte gerade Linien erhalten werden. Wenn der fünfte Fluchtpunkt 721 beim Schritt D7 erhalten wird, wird ein Ergebnis der Beurteilung beim Schritt D8 "JA", da der vierte obere Bereich 706 an die horizontale Linie 310 angrenzt, und die Verarbeitung durch den Fluchtpunktfolge-Berechnungsabschnitt 506 für den oberen Bereich wird beendet.

Schließlich werden unter Verwendung des weißen-Linie-Berechnungsabschnitts 507 die Lage und Form der linken weißen Linie 305 und der rechten weißen Linie 304 basierend auf der ersten linken geraden Linie 307 und der ersten rechten geraden Linie 306, der zweiten linken geraden Linie 713 und der zweiten rechten geraden Linie 712, ..., der fünften linken geraden Linie und der fünften rechten geraden Linie berechnet (Schritt D10).

Die mit dem zweiten Ausführungsbeispiel erreichten Wirkungen werden unten beschrieben.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kann die Genauigkeit der Approximation bei einer kurvigen Straße aufrechterhalten werden, da die linke und rechte weiße Linie durch eine Polygonlinie approximiert werden, die zwei oder mehr gerade Linien in dem oberen Bereich enthält.

Des weiteren kann gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Einfluß von Störungen, der in den oberen Bereichen wegen ungenügender Auflösung und wegen der Bilder von weiteren Fahrzeugen mehr zunehmen kann, in dem Straßenbild verringert werden, da nur die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem ersten oberen Bereich verwendet wird, der an der untersten Stelle der unteren und oberen Bereiche angeordnet ist, und da die Berechnung in dem oberen Bereich basierend auf Ergebnissen der Ermittlung in diesen beiden Bereichen durchgeführt wird.

Unten wird der Betrieb des Systems gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben.

Wie in Fig. 12 gezeigt, wird ein Straßenbild durch den Straßenbildeingabeabschnitt 101 eingegeben (Schritt E1). Als nächstes wird unter Verwendung des weißen-Linie-Kennzeichnungspunkt-Extrahierabschnitts 102 aus dem Straßenbild ein Filter für die weiße Linie erzeugt, und die Folge der Kennzeichnungspunkte der weißen Linie wird als ein Maximalwert des Filters für die weiße Linie extrahiert (Schritt E2). Des weiteren werden unter Verwendung des linke/rechte-gerade-Linie-Ermittlungsabschnitts 103 für den unteren Bereich der Bereiche, die oben und unten angeordnet sind, und dadurch erhalten werden, daß vorab das Straßenbild unterteilt wird, gerade Linien (erste gerade Linie) sowohl auf linken als auch auf rechten Seiten als Linienapproximation von weißen Linien ermittelt, mit welchen die Folge der Kennzeichnungspunkte der weißen Linie unter Verwendung des Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird, wobei den Filterwerten der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird (Schritt E3). Als nächstes wird unter Verwendung des horizontalen-Linie-Koordinatenberechnungsabschnitts 104 die horizontale Linie berechnet, unter der Annahme, daß die horizontale Linie durch einen Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien (erster Fluchtpunkt) hindurchgeht (Schritt E4).

Als nächstes wird unter Verwendung des zweiter-Fluchtpunkt-Ermittlungsabschnitts für den oberen Bereich 505 in dem ersten oberen Bereich, der an der untersten Position der Bereiche angeordnet ist, die oben und unten angeordnet sind, und die dadurch erhalten werden, daß die oberen Bereiche vorab in mehrere Bereiche unterteilt werden, der Schnittpunkt (zweiter Fluchtpunkt) der linken und rechten geraden Linien, mit welchen die Folge der Kennzeichnungspunkte der weißen Linie unter Verwendung des Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, sowohl für die linke als auch die rechte Seite auf der horizontalen Linie ermittelt, wobei ein oberer Endpunkt in dem unteren Bereich der ersten linken und rechten geraden Linien als Schnittpunkt in den ersten oberen Bereichen verwendet wird (Schritt E5).

Als nächstes wird eine Variable "n" auf "2" initialisiert (Schritt E6). Unter Verwendung des Fluchtpunktfolge-Berechnungsabschnitts 506 für den oberen Bereich wird dann, wenn eine Lage des n + 1-ten Fluchtpunkts in dem oberen n-ten Bereich auf der horizontalen Linie als $V[n + 1]$ definiert wird, $V[n + 1]$, basierend auf $V[n]$ und $V[n - 1]$ berechnet, unter Verwendung der folgenden Formel:

$$V[n + 1] = V[n] + (V[n] - V[n - 1])$$

Als nächstes wird, wenn der obere n-te Bereich nicht an die horizontale Linie angrenzt (Schritt E8), "n" um 1 erhöht, und die Operation kehrt zum Schritt E7 zurück (Schritt E9). Wenn der obere n-te Bereich an die horizontale Linie angrenzt, werden schließlich die Lage und Beugerichtung der linken und rechten weißen Linie, basierend auf der ersten geraden Linie, der zweiten geraden Linie, ..., vom weißen-Linie-Berechnungsabschnitt 507 berechnet, und ihre Werte werden ausgegeben (Schritt E10). Auch kann ein Krümmungsradius berechnet, und sein Wert ausgegeben werden.

Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel werden in anderen Bereichen als in den Bereichen, die an der untersten Stelle in dem Straßenbild angeordnet sind, und den Bereichen, die hieran angrenzen, basierend auf der Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten der geraden Linien an der horizontalen Linie, mit welchen die linke und rechte weiße Linie in zwei oder mehr Bereichen unter den Bereichen, die an der untersten Stelle angeordnet sind, und Bereichen, die daran angrenzen, approximiert werden, der Schnittpunkt von geraden Linien, mit welchen die linke und rechte weiße Linie in dem Bereich approximiert werden, berechnet. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf dieses Verfahren beschränkt. Das heißt, daß auch in anderen Bereichen als in den Bereichen, die an der untersten Stelle in dem Straßenbild angeordnet sind, und Bereichen, die daran angrenzen, auf die gleiche Weise wie für die Bereiche, die an die Bereiche angrenzen, die in der untersten Stelle angeordnet sind, unter Verwendung der obigen Formel 3 der Schnittpunkt auf der horizontalen Linie, und die gerade Linie, die die Schnittpunkte mit den Schnittpunkten verbindet, als die linke und rechte gerade Linie ermittelt werden kann, basierend auf der Annahme, daß Schnittpunkte der linken und rechten geraden Linien, mit welchen die linke und rechte weiße Linie in dem Bereich approximiert werden, auf den lin-

ken und rechten geraden Linien in dem Bereich existieren, welcher unmittelbar unter dem Bereich liegt, und daß Schnittpunkte der linken und rechten geraden Linien auf der gleichen horizontalen Linie liegen.

Wie oben beschrieben, können gemäß der vorliegenden Erfindung die folgenden Wirkungen erzielt werden.

Zunächst ist es möglich, auf verlässliche und effiziente Weise weiße Linien in dem oberen Bereich des Straßenbilds zu ermitteln. Dies liegt an der Tatsache, daß die Linienapproximation in dem oberen Bereich erreicht werden kann, indem nur das Problem gelöst wird, einen Parameter zu erhalten, d. h. auf der bereits ermittelten horizontalen Linie die Lage des Fluchtpunkts der linken und rechten geraden Linien zu berechnen, mit welchen die weißen Linien approximiert werden.

Zweitens ist es möglich, die weiße Linie sogar dann zu berechnen, wenn entweder die linke oder die rechte weiße Linie in den oberen Bereichen des Straßenbilds fehlt. Dies liegt an der Tatsache, daß die Linienapproximation in dem oberen Bereich dadurch erreicht werden kann, daß nur das Problem gelöst wird, einen Parameter zu erhalten, den sowohl die linke als auch die rechte weiße Linie gemeinsam haben. Das heißt, daß die Lage von Fluchtpunkten der approximierten linken und rechten Linien auf der horizontalen Linie berechnet wird, die bereits ermittelt wurde.

Drittens ist es möglich, verlässlich und effizient die weißen Linien in dem oberen Bereich zu ermitteln, sogar wenn das Straßenbild in viele Bereiche unterteilt ist, die oben und unten angeordnet sind. Dies liegt an der Tatsache, daß in den anderen Bereichen als in den Bereichen, die an der untersten Stelle angeordnet sind, und Bereichen, die daran angrenzen, die Schnittpunkte von geraden Linien, mit welchen die linken und rechten weißen Linien in dem Bereich approximiert werden, der Reihe nach berechnet werden, basierend auf der Größe der Verschiebung zwischen zwei oder mehr Schnittpunkten auf der horizontalen Linie, die bereits ermittelt wurde, wobei die Bilddaten einer unteren Lage auf dem Straßenbild verwendet wurden, wo es relativ weniger von Störungen beeinflusst ist, und die Bilddaten in dem oberen Bereich, wo das Straßenbild stark von Störungen beeinflusst ist.

Es ist offensichtlich, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die obigen Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern geändert und modifiziert werden kann, ohne vom Schutzbereich und Grundgedanken der Erfindung abzuweichen. Beispielsweise kann jede weiße Linie eine virtuelle weiße Linie sein.

Schließlich beansprucht die vorliegende Anmeldung die Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. Hei 11-249711, die am 3. September 1999 eingereicht wurde und hier durch Bezugnahme mit eingeschlossen wird.

Patentansprüche

1. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie zum Verarbeiten eines Straßenbilds (301), um eine weiße Linie in dem Straßenbild (301) zu ermitteln, dadurch gekennzeichnet, daß das System aufweist:
 - ein erstes Mittel (103) zum Ermitteln linker und rechter gerader Linien (305, 304), mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in einem untersten Bereich (302) von mindestens zwei Bereichen (302, 303), die oben und unten angeordnet sind, und durch Teilen des Straßenbilds (301) erhalten werden, approximiert werden;
 - ein zweites Mittel (104) zum Berechnen einer horizontalen Linie (310) aus einem ersten Fluchtpunkt (311), welcher ein Schnittpunkt der ersten linken und rechten geraden Linien (307, 306) ist; und
 - ein drittes Mittel (105, 106) zum Ermitteln gerader Linien, mit welchen die linken und rechten weißen Linien in einem anderen Bereich als in dem untersten Bereich (302) approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß ein Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien (305, 304), mit welchen die linken und rechten weißen Linien (305, 304) approximiert werden, auf einer horizontalen Linie (310) in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich (302) in dem Straßenbild (301) liegt.
2. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das dritte Mittel (105, 106) ein Mittel umfaßt zum Ermitteln eines zweiten Fluchtpunkts (312) auf der horizontalen Linie (310), basierend auf dem Merkmal, daß zumindest in einem Bereich der anderen Bereiche als dem untersten Bereich (302) in dem Straßenbild (301), welcher an den untersten Bereich (302) angrenzt, Schnittpunkte an untersten Enden von zweiten linken und rechten geraden Linien (309, 308), mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in dem an den untersten Bereich (302) angrenzenden Bereich approximiert werden, auf den ersten linken und rechten geraden Linien (307, 306) liegen, und daß der zweite Fluchtpunkt (312), welcher ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien (309, 308) ist, auf der horizontalen Linie (310) liegt.
3. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das dritte Mittel (105, 106) ein Mittel umfaßt zum Berechnen eines Schnittpunkts gerader Linien, mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in einem anderen, oberen Bereich (303) als in dem untersten Bereich (302), der nicht an den untersten Bereich (302) in dem Straßenbild (301) angrenzt, approximiert werden, basierend auf einer Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie (310), mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in zwei oder mehr Bereichen unter dem oberen Bereich (303) approximiert werden.
4. System zum Ermitteln einer weißen Linie gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das System außerdem ein viertes Mittel (102) aufweist zum Extrahieren einer Folge von Punkten aus dem Straßenbild (301), die als eine Folge von Kennzeichnungspunkten einer weißen Linie auf linken und rechten weißen Linien (305, 304) liegen, zusammen mit einem Filterwert der weißen Linie, der die Ähnlichkeit mit dem Kennzeichnungspunkt der weißen Linie zeigt, und wobei das erste Mittel (103) ein Mittel umfaßt zum Ermitteln gerader Linien als Linienapproximation von weißen Linien für die linke und rechte Seite, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie unter Verwendung eines Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, und wobei das dritte Mittel (105, 106) ein Mittel umfaßt zum Ermitteln eines Schnittpunkts der zweiten linken und rechten geraden Linien (309, 308) auf der horizontalen Linie (310), mit welchen die Folge der Kennzeichnungspunkte der weißen Linie in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich (302) unter Verwendung des Verfahrens der kleinsten Quadrate sowohl für die linke als auch die rechte Seite approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet ist, und wobei in dem untersten Bereich (302) obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien (307, 306) als Schnittpunkte

an untersten Enden in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich (302) verwendet werden.

5. Verfahren zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie zum Verarbeiten eines Straßenbilds (301), um eine weiße Linie in dem Straßenbild (301) zu ermitteln, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren aufweist:

einen Schritt (a), bei welchem erste linke und rechte gerade Linien (307, 306) ermittelt werden, mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in einem untersten Bereich (302) von mindestens zwei Bereichen (302, 303), die oben und unten angeordnet sind, und durch Teilen des Straßenbilds (301) erhalten werden, approximiert werden; einen Schritt (b), bei welchem eine horizontale Linie (310) aus einem ersten Fluchtpunkt (311) berechnet wird, welcher ein Schnittpunkt der ersten linken und rechten geraden Linien (307, 306) ist; und

einen Schritt (c), bei welchem gerade Linien ermittelt werden, mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in anderen Bereichen als in dem untersten Bereich (302) approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß ein Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien (305, 304), mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich (302) in dem Straßenbild (301) approximiert werden, auf der horizontalen Linie (310) liegt.

6. Verfahren zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem ein zweiter Fluchtpunkt (312) auf der horizontalen Linie (310) ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß mindestens in einem Bereich der anderen Bereiche als dem untersten Bereich (302) in dem Straßenbild (301), welcher an den untersten Bereich (302) angrenzt, Schnittpunkte an untersten Enden von zweiten linken und rechten geraden Linien (309, 308), mit welchen linke und rechte weiße Linien (305, 304) in dem Bereich, welcher an den untersten Bereich (302) angrenzt, approximiert werden, auf den ersten linken und rechten geraden Linien (307, 306) liegen, und daß der zweite Fluchtpunkt (312), der der Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien (309, 308) ist, auf der horizontalen Linie (310) liegt.

7. Verfahren zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem ein Schnittpunkt von geraden Linien berechnet wird, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem anderen, oberen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher nicht an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, basierend auf einer Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie, mit welchen linke und rechte weiße Linien in zwei oder mehr Bereichen unter dem oberen Bereich approximiert werden.

8. Verfahren zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Verfahren außerdem einen Schritt aufweist, bei welchem eine Folge von Punkten, die auf linken und rechten weißen Linienbildern liegen, als Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie aus dem Straßenbild extrahiert werden, zusammen mit einem Filterwert der weißen Linie, der eine Ähnlichkeit mit den Kennzeichnungspunkten der weißen Linie zeigt, und wobei der Schritt (a) einen Schritt umfaßt, bei welchem gerade Linien als Linienapproximation für linke und rechte Seiten ermittelt werden, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie approximiert wird, indem das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, und wobei der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem auf der horizontalen Linie ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ermittelt wird, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich approximiert wird, indem sowohl für die linke als auch die rechte Seite das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet ist, und wobei in dem untersten Bereich obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien als Schnittpunkte an untersten Enden in dem Bereich, welcher an den untersten Bereich angrenzt, verwendet werden.

9. Speichermedium zum Speichern eines Programms zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie, welches ein maschinenlesbares Speichermedium zum Verarbeiten eines Straßenbilds ist, dadurch gekennzeichnet, daß eine weiße Linie in einem Straßenbild ermittelt wird, und ein Computer (100; 500) veranlaßt wird, die folgenden Schritte auszuführen:

(a) Ermitteln von ersten linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien approximiert werden, in einem untersten Bereich von mindestens zwei Bereichen, die oben und unten angeordnet sind und durch Teilen des Straßenbildes erhalten werden;

(b) Berechnen einer horizontalen Linie aus einem ersten Fluchtpunkt, der ein Schnittpunkt der ersten linken und rechten geraden Linien ist; und

(c) Ermitteln von geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in einem anderen Bereich als in dem untersten Bereich approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß der Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild approximiert werden, auf der horizontalen Linie liegt.

10. Speichermedium zum Speichern des Programms zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem ein zweiter Fluchtpunkt auf der horizontalen Linie ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß in mindestens einem Bereich der anderen Bereiche als dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher an den untersten Bereich angrenzt, Schnittpunkte an unteren Enden von zweiten linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in dem Bereich, der an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, auf den ersten linken und rechten geraden Linien liegen, und daß der zweite Fluchtpunkt, welcher ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ist, auf der horizontalen Linie liegt.

11. Speichermedium zum Speichern eines Programms zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem ein Schnittpunkt von geraden Linien berechnet wird, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem anderen, oberen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher nicht an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, basierend auf einer Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie, durch

welche linke und rechte weiße Linien in zwei oder mehr Bereichen unter den oberen Bereichen approximiert werden.

12. Speichermedium zum Speichern eines Programms zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm ein Programm umfaßt, um den Computer (100; 500) zu veranlassen, einen Schritt auszuführen, bei welchem aus dem Straßenbild eine Folge von Punkten, welche auf linken und rechten weißen Linien liegen, als eine Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie extrahiert werden, zusammen mit einem Filterwert der weißen Linie, der die Ähnlichkeit zu den Kennzeichnungspunkten der weißen Linie zeigt, und wobei der Schritt (a) einen Vorgang umfaßt, bei welchem für linke und rechte Seiten gerade Linien als Linienapproximation von weißen Linien ermittelt werden, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie unter Verwendung eines Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, und wobei der Schritt (c) einen Vorgang umfaßt, bei welchem auf der horizontalen Linie ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ermittelt wird, durch welche die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich approximiert wird, wobei sowohl für die linke als auch die rechte Seite das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet ist, und wobei in dem untersten Bereich obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien als Schnittpunkte an untersten Enden in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich verwendet werden.

13. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie zum Verarbeiten eines Straßenbilds, um eine weiße Linie in dem Straßenbild zu ermitteln, wobei das System einen Computer (100; 500) aufweist, und ein Programm, welches den Computer (100; 500) veranlaßt, die folgenden Schritte auszuführen:

- (a) Ermitteln von ersten linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien approximiert werden, in einem untersten Bereich von mindestens zwei Bereichen, die oben und unten angeordnet sind, und durch Teilen des Straßenbildes erhalten werden;
- (b) Berechnen einer horizontalen Linie aus einem ersten Fluchtpunkt, der ein Schnittpunkt der ersten linken und rechten geraden Linien ist; und
- (c) Ermitteln von geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in einem anderen Bereich als in dem untersten Bereich approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß der Schnittpunkt der linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild approximiert werden, auf der horizontalen Linie liegt.

14. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem ein zweiter Fluchtpunkt auf der horizontalen Linie ermittelt wird, basierend auf dem Merkmal, daß in mindestens einem Bereich der anderen Bereiche als dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher an den untersten Bereich angrenzt, Schnittpunkte an unteren Enden von zweiten linken und rechten geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in dem Bereich, der an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, auf den ersten linken und rechten geraden Linien liegen, und daß der zweite Fluchtpunkt, welcher ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ist, auf der horizontalen Linie liegt.

15. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Schritt (c) einen Schritt umfaßt, bei welchem ein Schnittpunkt von geraden Linien berechnet wird, mit welchen linke und rechte weiße Linien in einem anderen, oberen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild, welcher nicht an den untersten Bereich angrenzt, approximiert werden, basierend auf einer Größe der Verschiebung zwischen Schnittpunkten von geraden Linien auf der horizontalen Linie, durch welche linke und rechte weiße Linien in zwei oder mehr Bereichen unter den oberen Bereichen approximiert werden.

16. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie gemäß Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm ein Programm umfaßt, um den Computer (100; 500) zu veranlassen, einen Schritt auszuführen, bei welchem aus dem Straßenbild eine Folge von Punkten, welche auf linken und rechten weißen Linien liegen, als eine Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie extrahiert werden, zusammen mit einem Filterwert der weißen Linie, der die Ähnlichkeit zu den Kennzeichnungspunkten der weißen Linie zeigt, und wobei der Schritt (a) einen Vorgang umfaßt, bei welchem für linke und rechte Seiten gerade Linien als Linienapproximation von weißen Linien ermittelt werden, mit welchen die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie unter Verwendung eines Verfahrens der kleinsten Quadrate approximiert wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet wird, und wobei der Schritt (c) einen Vorgang umfaßt, bei welchem auf der horizontalen Linie ein Schnittpunkt der zweiten linken und rechten geraden Linien ermittelt wird, durch welche die Folge von Kennzeichnungspunkten der weißen Linie in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich approximiert wird, wobei sowohl für die linke als auch die rechte Seite das Verfahren der kleinsten Quadrate verwendet wird, wobei dem Filterwert der weißen Linie eine Wichtung zugeordnet ist, und wobei in dem untersten Bereich obere Endpunkte der ersten linken und rechten geraden Linien als Schnittpunkte an untersten Enden in dem Bereich angrenzend an den untersten Bereich verwendet werden.

17. System zum Ermitteln einer weißen Straßenlinie zum Verarbeiten eines Straßenbilds, um eine virtuelle weiße Linie in dem Straßenbild zu ermitteln, wobei das System einen Computer (100; 500) aufweist, und ein Programm, welches den Computer (100; 500) veranlaßt, die folgenden Schritte auszuführen:

- (a) Ermitteln von ersten virtuellen linken und rechten geraden Linien, durch welche virtuelle linke und rechte weiße Linien approximiert werden, in einem untersten Bereich von mindestens zwei Bereichen, die oben und unten angeordnet sind, und durch Teilen des Straßenbildes erhalten werden;
- (b) Berechnen einer horizontalen Linie aus einem ersten Fluchtpunkt, der ein Schnittpunkt der ersten virtuellen linken und rechten geraden Linien ist; und
- (c) Ermitteln von virtuellen geraden Linien, durch welche linke und rechte weiße Linien in einem anderen Bereich als in dem untersten Bereich approximiert werden, indem ein Schnittpunkt ermittelt wird, basierend auf

DE 100 43 467 A 1

dem Merkmal, daß der Schnittpunkt der virtuellen linken und rechten geraden Linien, durch welche virtuelle linke und rechte weiße Linien in dem anderen Bereich als in dem untersten Bereich in dem Straßenbild approximiert werden, auf der horizontalen Linie liegen.

Hierzu 12 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1

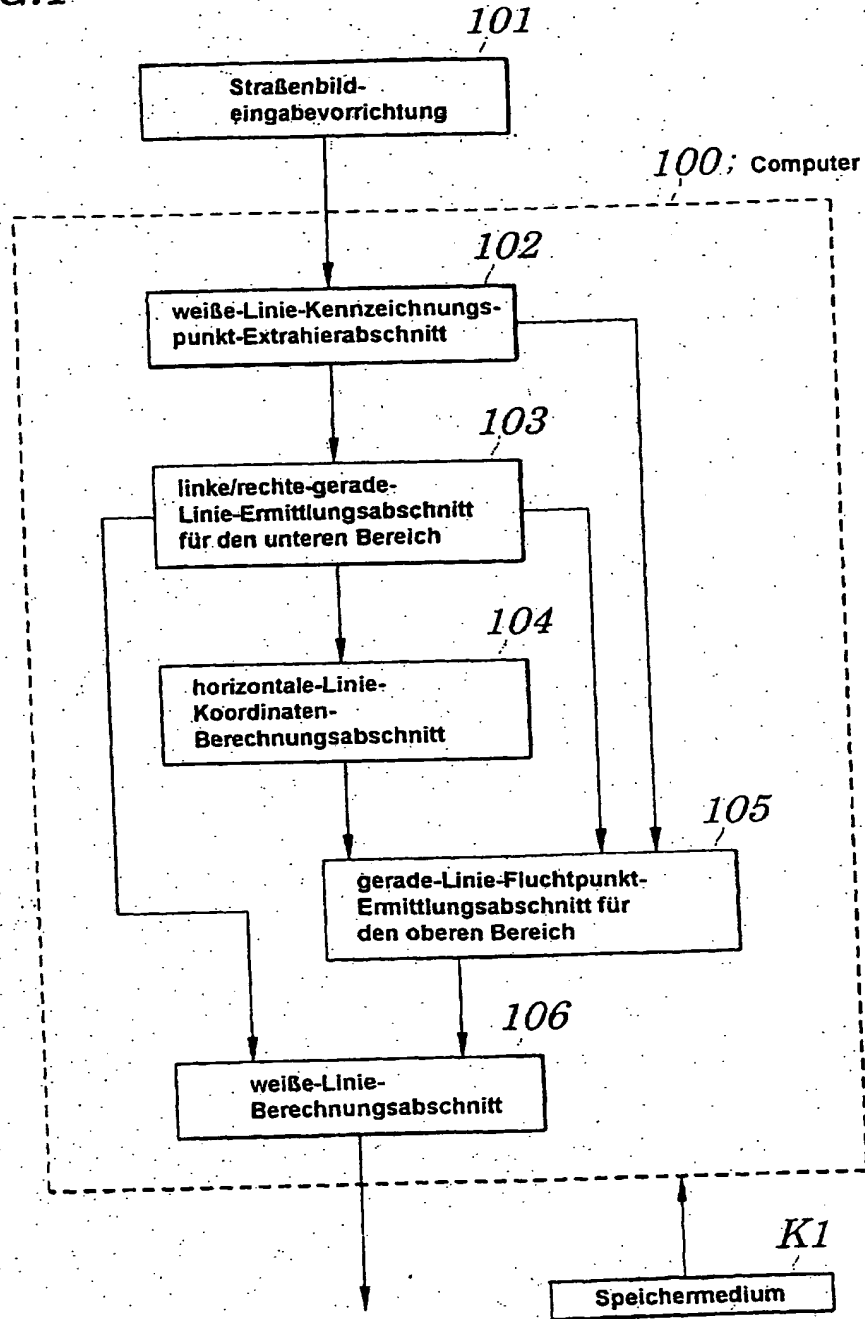


FIG. 2

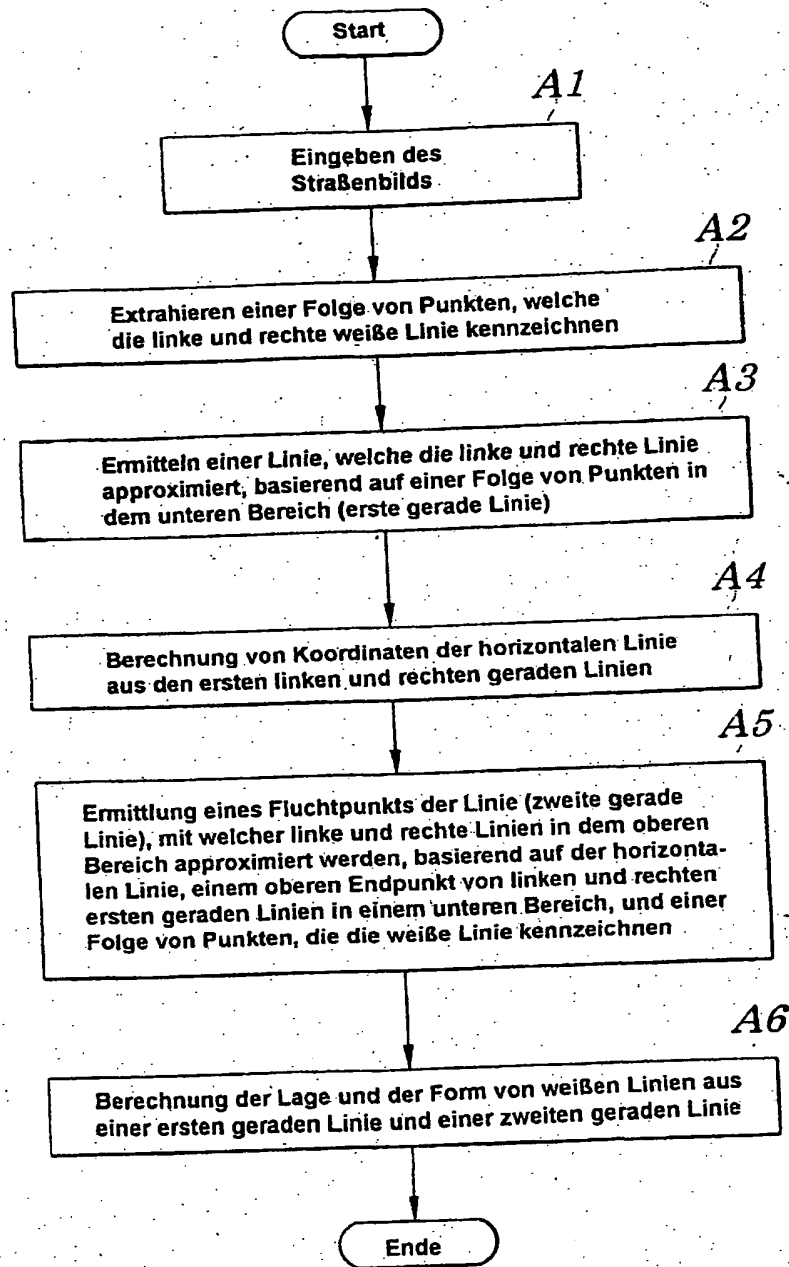


FIG.3

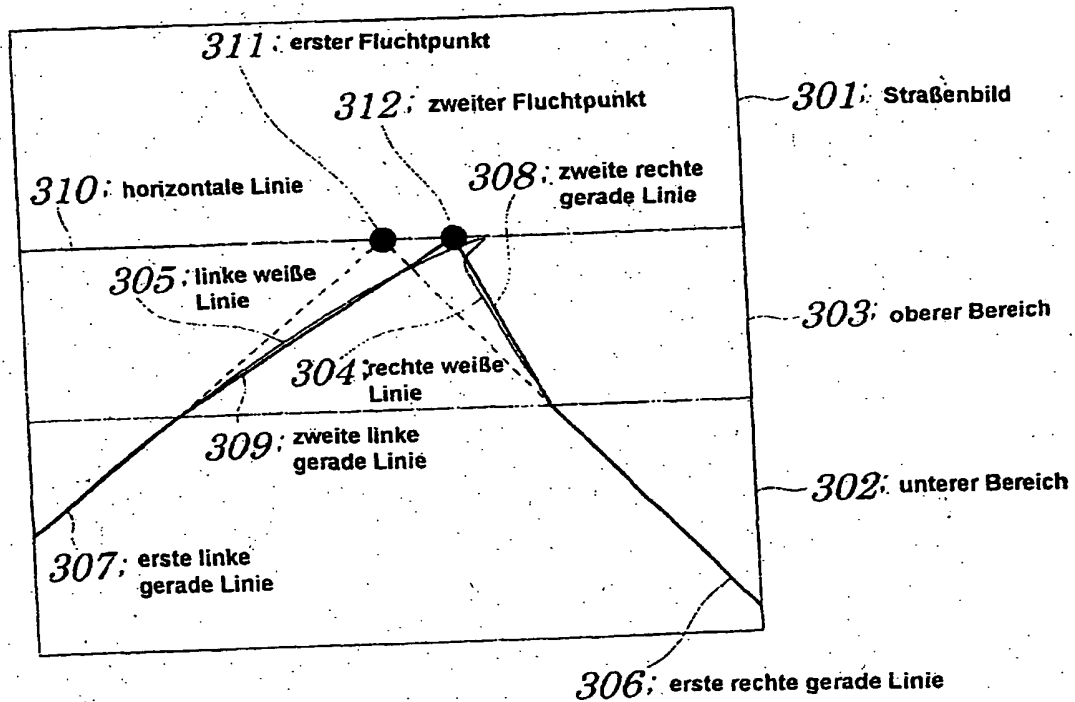


FIG. 4

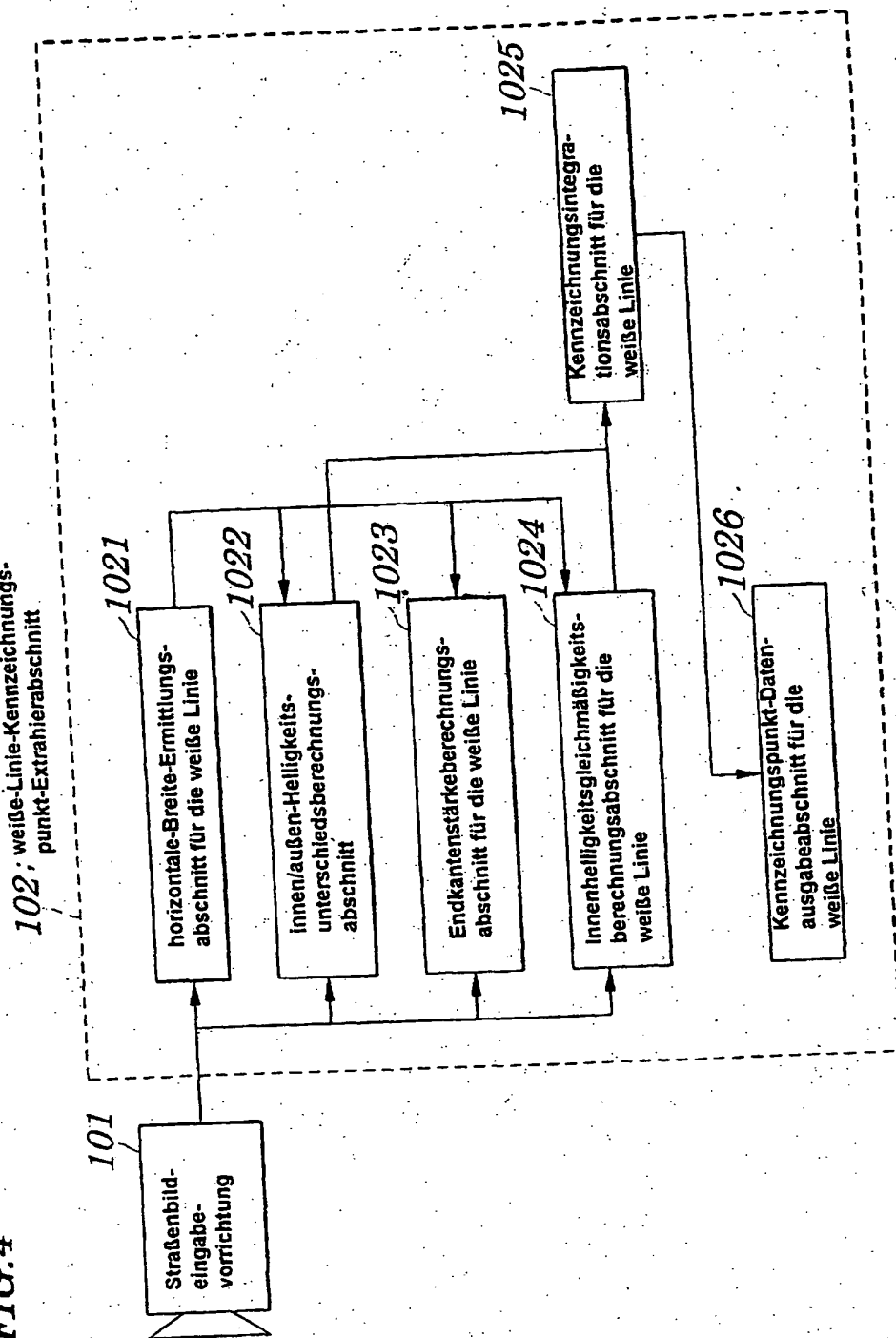


FIG. 5

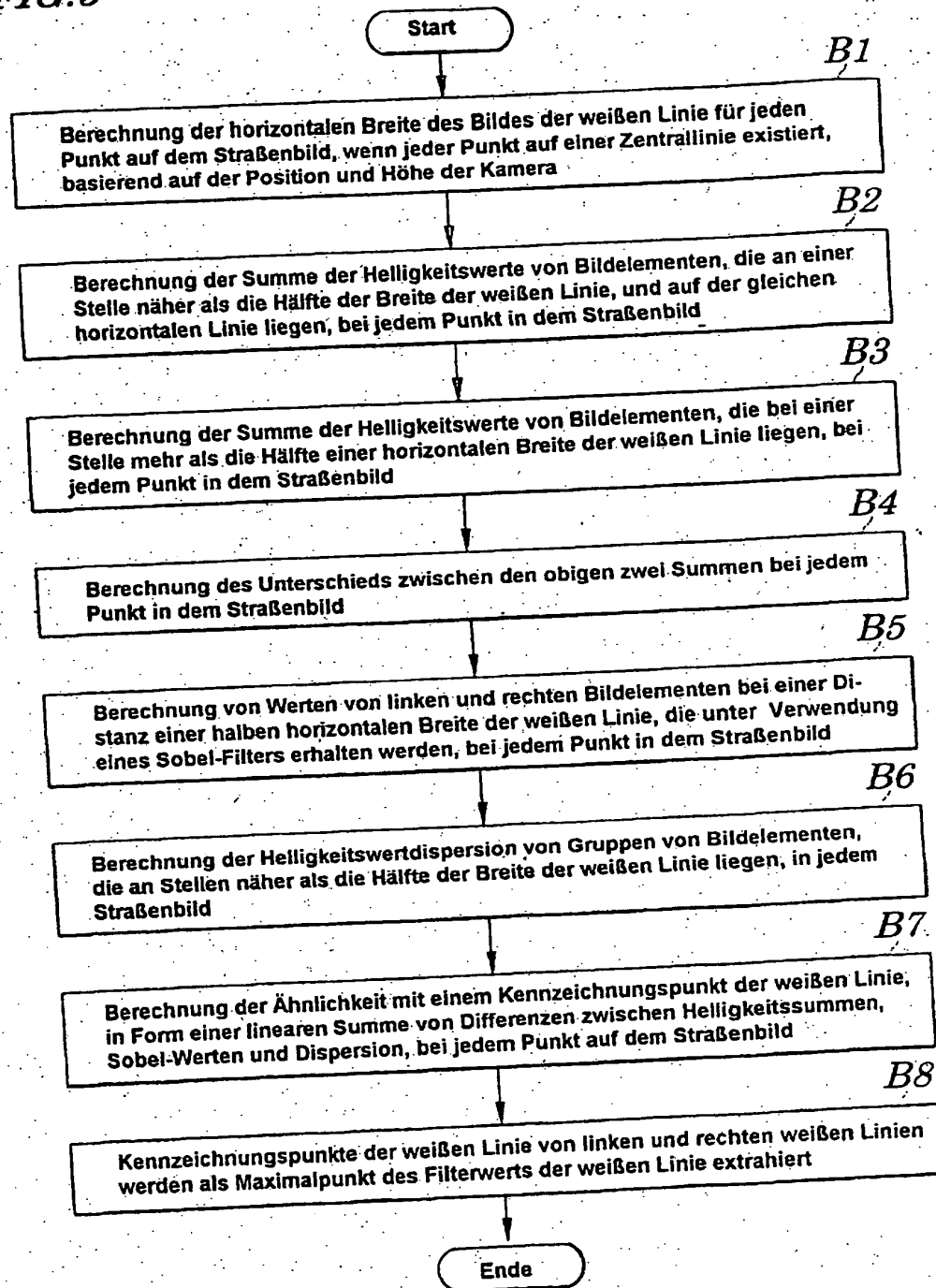


FIG. 6

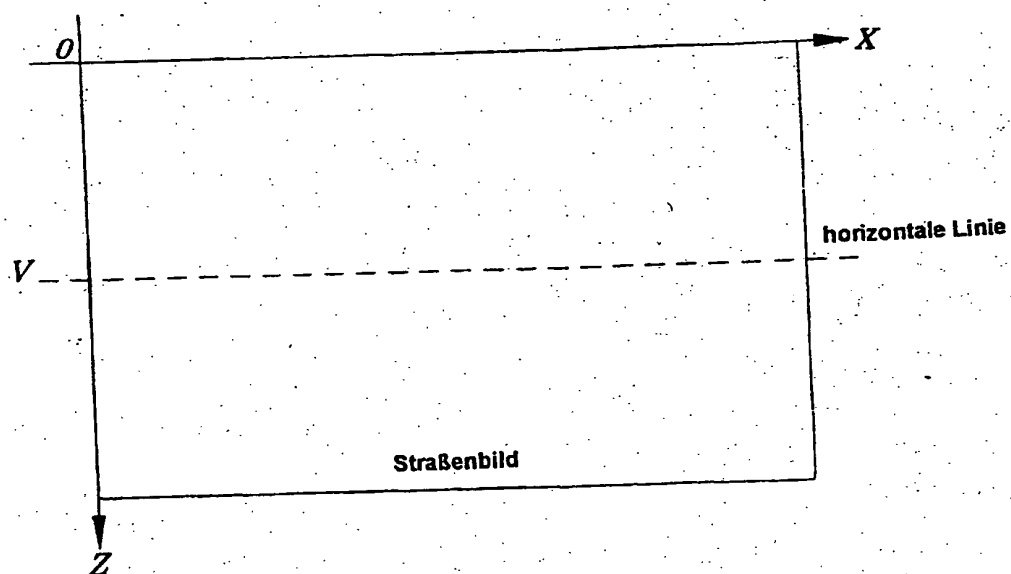


FIG. 7

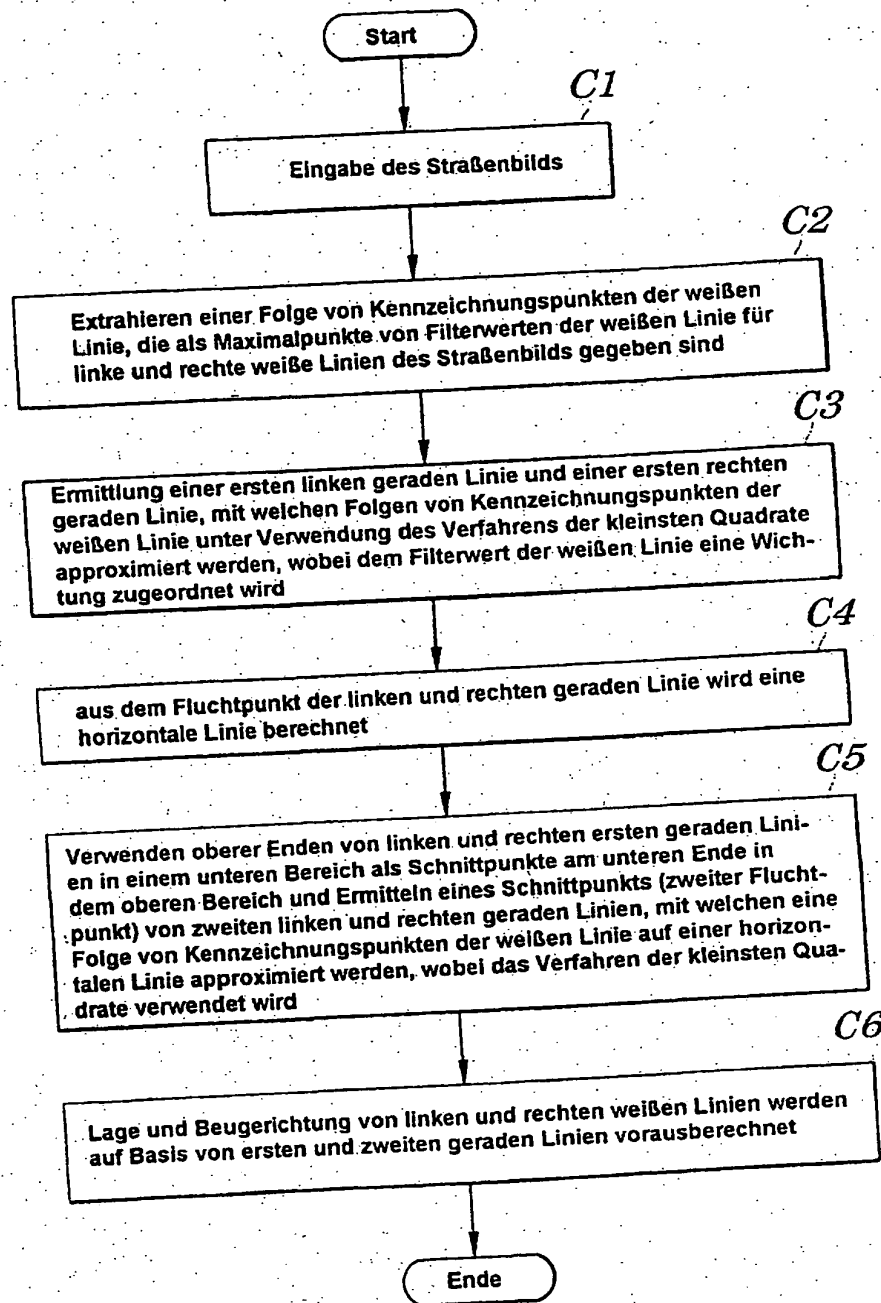


FIG. 8

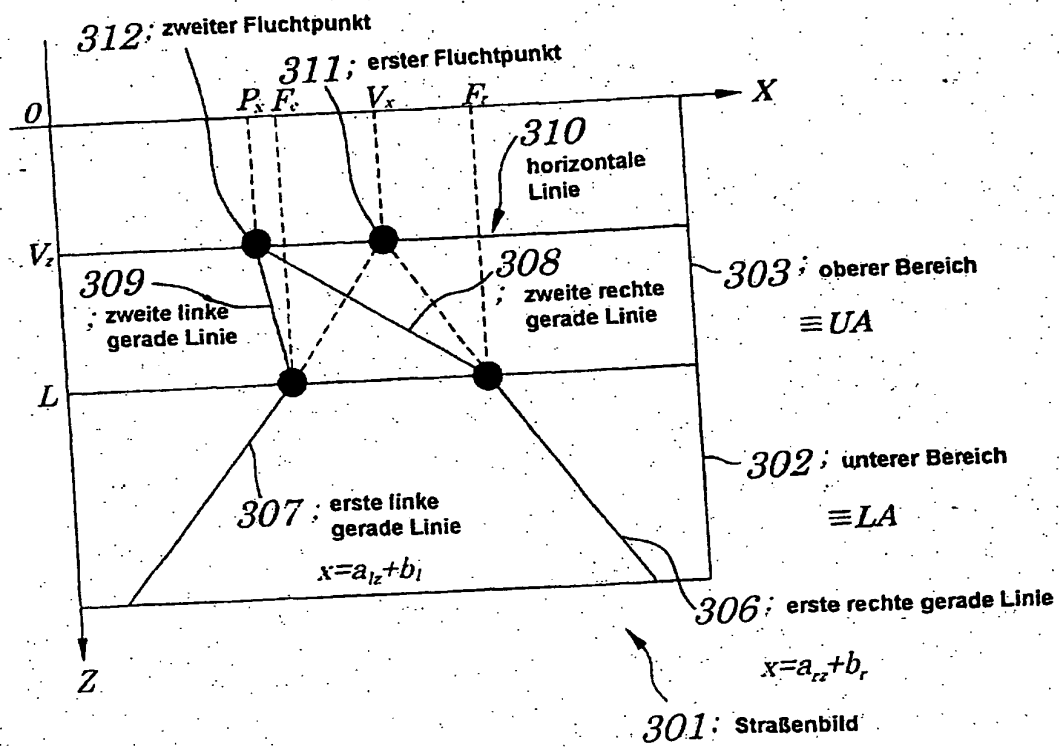


FIG. 9

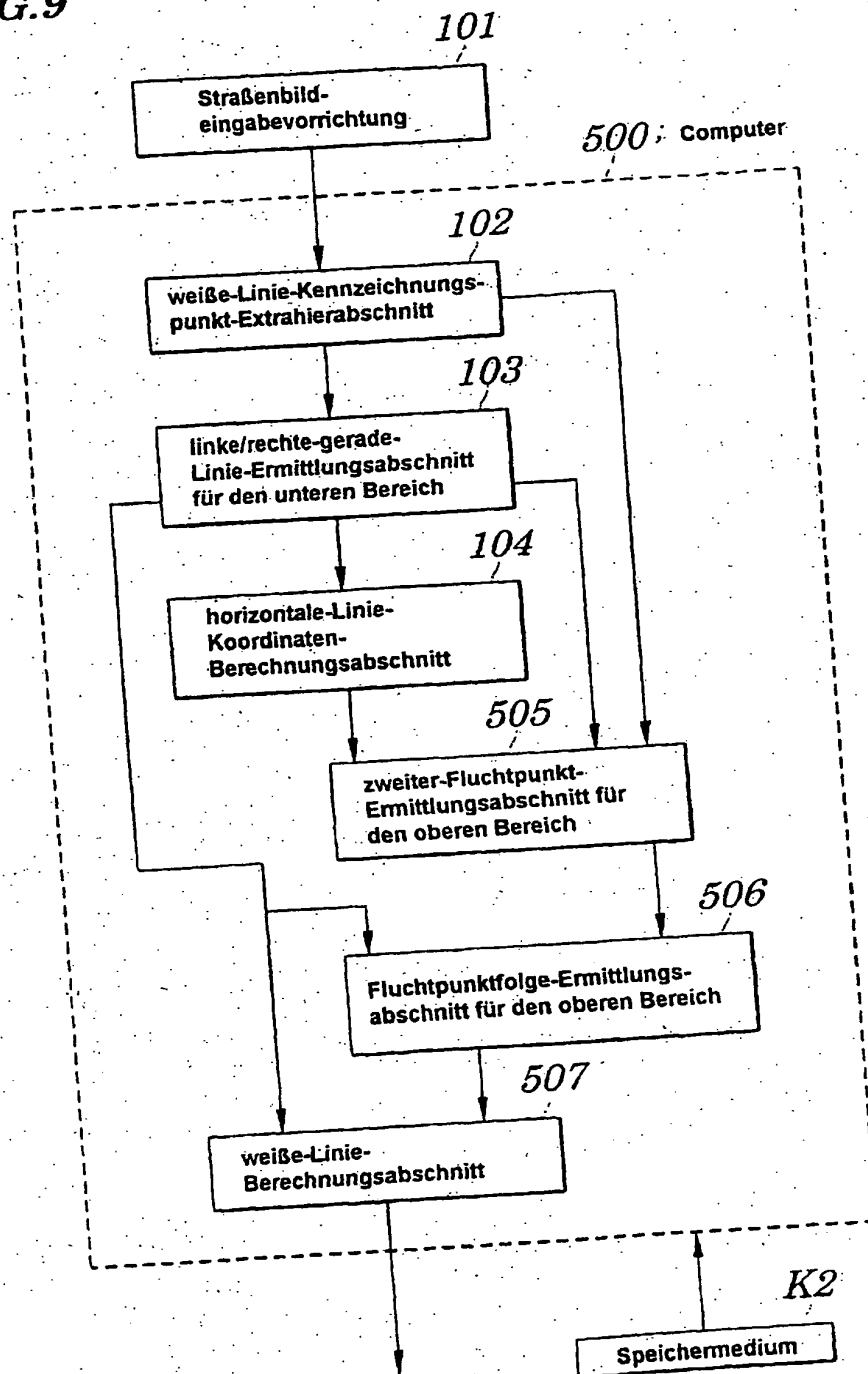


FIG. 10

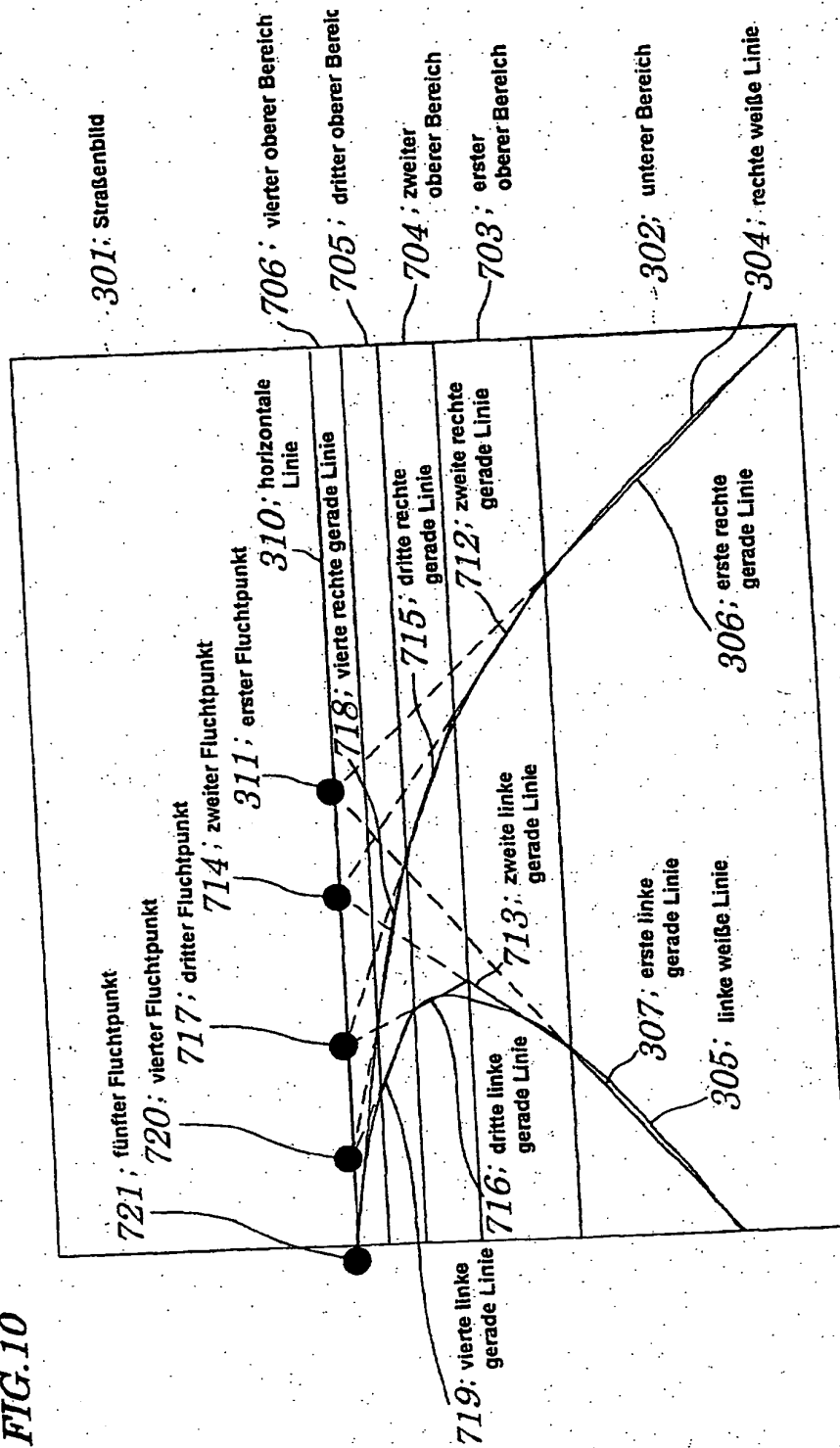


FIG. 11

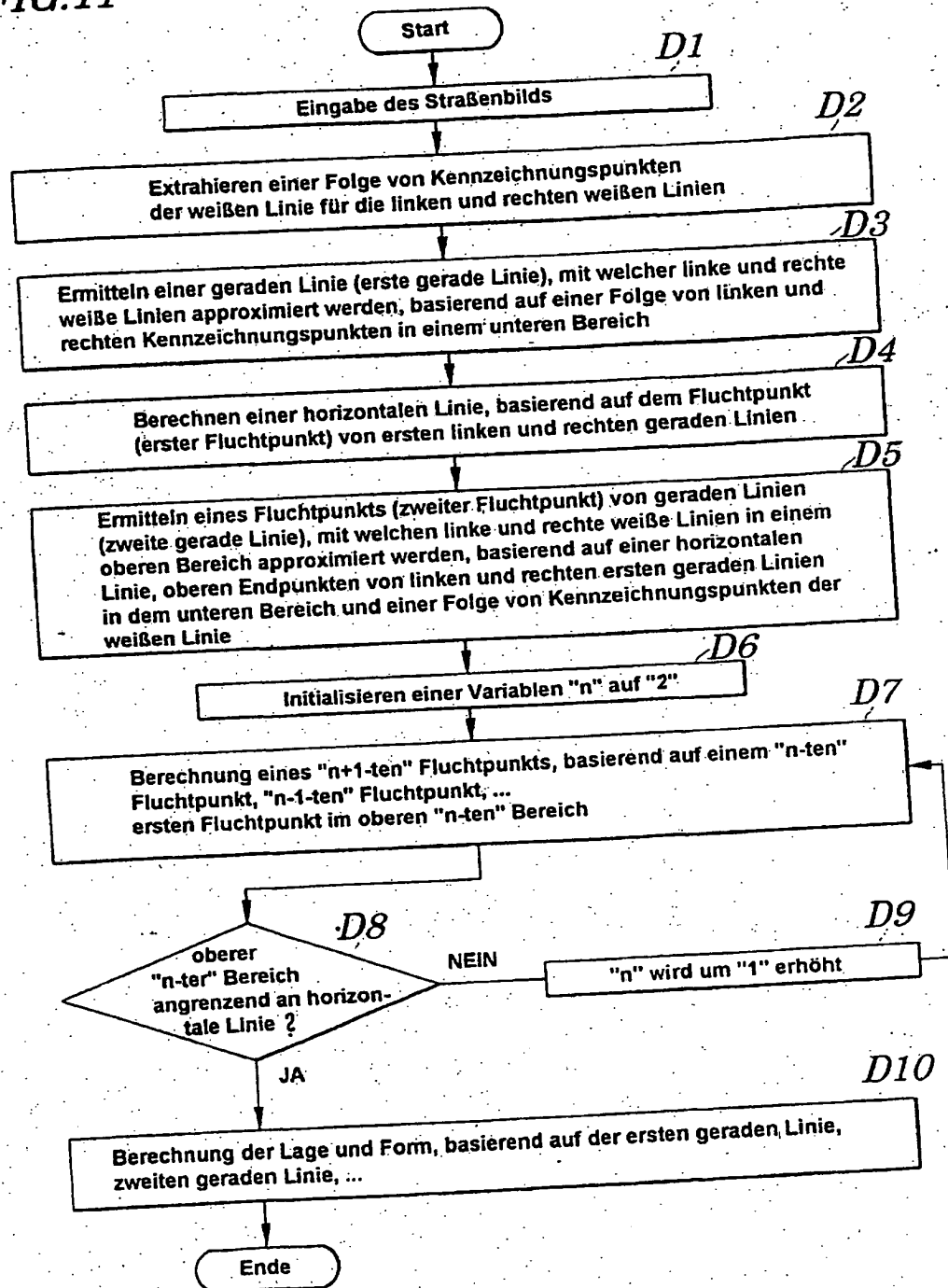
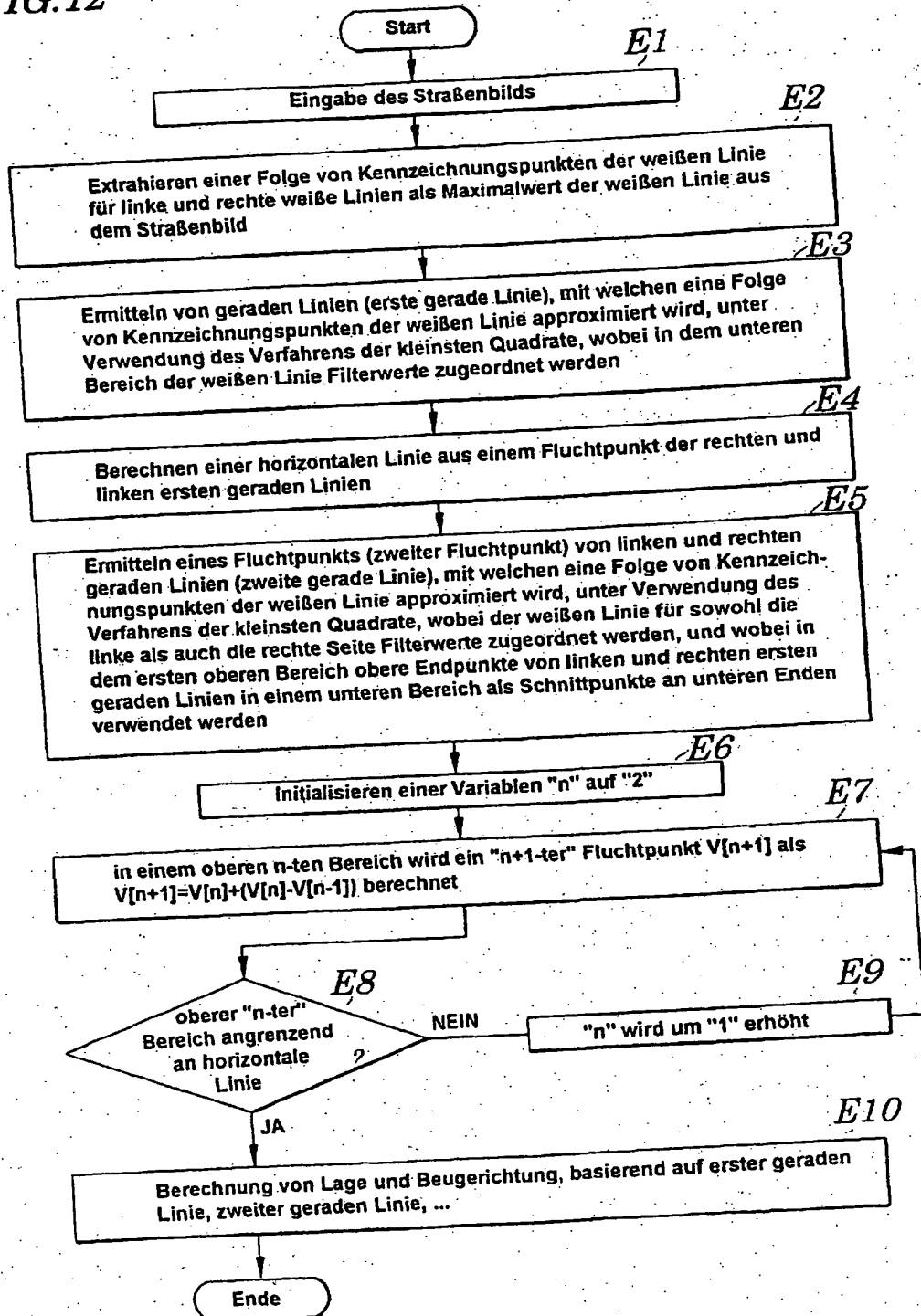


FIG. 12



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: Small letter

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.